

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Propuesta de un plan de control de utilización
para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto**

Wilder Elbio Chura Anticona

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por guiar mi camino y darme fortaleza para seguir cumpliendo las metas que voy trazando en mi vida.

Agradezco a mi familia por su apoyo y comprensión durante la elaboración de este trabajo de investigación.

Agradezco a mis jefes y compañeros de trabajo por su apoyo desinteresado en brindarme la logística y las facilidades para recolectar datos e información en tiempo real in situ.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia por su apoyo en mi desarrollo profesional, siempre estaré agradecido con ellos por su comprensión, aliento y apoyo en la culminación de mi carrera profesional.

Dedico a mi esposa Rosario por su ayuda fundamental en los momentos más difíciles. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome en todo instante gracias por tu paciencia.

Dedico a Ninoska, Nadia, Norka y Nils, mis hijos por su gran espera en sus fines de semana de los momentos que tuve que asistir a la Universidad y al mismo tiempo siento más ganas de seguir trabajando fuertemente. Ustedes son mi principal motivación. Muchas gracias Hijos.

Lista de Contenidos

Portada	i
Agradecimientos	ii
Dedicatoria	iii
Lista de Contenidos	iv
Lista de Tablas	viii
Lista de Figuras	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
Capítulo I: Planteamiento del Estudio	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivo específico	2
1.3. Justificación e Importancia	2
1.4. Hipótesis	3
1.5. Operacionalización de Variables	3
Capítulo II: Marco Teórico.....	4
2.1. Antecedentes del Problema	4
2.2. Bases Teóricas	5
2.2.1. Mina a tajo abierto.....	5
2.2.2. Carguío	7

2.2.2.1. Ciclo del carguío.....	7
2.2.3. Acarreo	7
2.2.4. Dispatch.....	8
2.2.4.1. Operación del Sistema Dispatch	8
2.2.4.2. Algoritmo del Sistema Dispatch.....	9
2.2.5. Norma Glencore.....	9
2.2.6. Índices clave de rendimiento	11
2.3. Definición de Términos Básicos	12
2.3.1. Carguío	12
2.3.2. Acarreo	12
2.3.3. Dispatch.....	12
2.3.4. Ramp Mem	12
2.3.5. DSS	13
2.3.6. Tooth Metrics	14
Capítulo III: Metodología.....	15
3.1. Métodos y Alcance de la Investigación.....	15
3.1.1. Metodología	16
3.2. Diseño de la investigación.....	17
3.3. Población y Muestra.....	17
3.3.1. La población.....	17
3.3.2. Muestra.....	17
Capítulo IV: Resultados y Discusión	18
4.1. Análisis de la Situación Actual.....	18
4.1.1. Refrigerio	21
4.1.2. Abastecimiento	23
4.1.2.1. Gestión de abastecimiento	25
4.1.2.2. Indicador de combustible.....	26

4.1.3. Cambio de turno.....	29
4.1.4. Mantenimiento	31
4.1.5. Estado de equipos	37
4.1.5.1. Parada por equipo.....	41
4.1.5.2. Carguío y sobrecarga.....	41
4.1.6. Estado de accesos.....	43
4.1.6.1. Limpieza de vías	44
4.2. Control a implementar en la utilización de las flotas de acarreo	46
4.2.1. Refrigerio	46
4.2.2. Abastecimiento de combustible.....	50
4.2.2.1. Gestión de abastecimiento	50
4.2.2.2. Indicador de combustible.....	52
4.2.3. Cambio de turno.....	54
4.2.4. Mantenimiento	57
4.2.4.1. Entregabilidad por Mantenimiento. -	57
4.2.5. Parada por equipo.....	58
4.2.5.1. Carguío y sobrecarga.....	58
4.2.5.2. Estado de accesos	59
4.2.5.3. Limpieza de vías	59
4.3. Resultados	60
Capítulo V: Propuesta de Mejora	62
Plan de Control para Incrementar el Uso de la Flota de Acarreo de una Mina a Tajo	
Abierto	62
5.1. Propósito.....	62
5.2. Alcance	62
5.3. Justificación	62
5.4. Plan de Control	63

5.4.1. Ciclo PHVA	63
5.4.2. Mejora Continua.....	63
5.4.2.1. Planificar	64
5.4.2.2. Hacer	65
5.4.2.3. Verificar	65
5.4.2.4. Actuar.....	66
Conclusiones	67
Recomendaciones	68
Referencias Bibliográficas	69
Apéndices.....	71

Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Operacionalización de variables.....</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 2 Demoras por estado.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3 Tiempo de refrigerio.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4 Porcentajes en tiempos de refrigerio.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5 Combustible en camión.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6 Reporte de trabajo de Mantenimiento Programado.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 7 Cambio de turno entrante.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 8 Cambio de turno salida.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9 Disponibilidad MTD.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 10 Fórmulas para hallar el KPI.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 11 Porcentaje disponible y Porcentaje Utilización turno A.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 12 Porcentaje disponible y porcentaje utilización turno B.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 13 Cantidad de equipos malogrados.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14 Cantidad de equipos operativos.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 15 Cantidad de equipos reserva.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 16 Cantidad de equipos demora.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 17 Tiempos de refrigerio propuestos.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 18 Porcentajes en tiempos de refrigerio.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 19 Costo operativo por camión.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 20 Actividad de espera en grifo por camión.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 21 Análisis de cauda raíz.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 22 Cambio de turno salida.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 23 Costo por hora.....</i>	<i>56</i>

<i>Tabla 24 Entregabilidad por el área de mantenimiento</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 25 Total de tiempo ganados.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 26 Ganancia por incremento de producción.....</i>	<i>61</i>

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Planeamiento de minado</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Escala de tiempos según norma Glencore.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3. Interfaz de Ramp Mem</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4. Sistema detector de somnolencia</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. Tooth Metric.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6. Centro de Operaciones de la Mina en estudio</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7. Punto observación grifo</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8. Punto observacion carguio.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 9. Expectativa por el refrigerio</i>	<i>18</i>
<i>Figura 10. Punto observación parqueo camiones</i>	<i>19</i>
<i>Figura 11. Recolección de información mediante Dispatch.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 12. Diagrama de Pareto de demoras y detenciones</i>	<i>21</i>
<i>Figura 13. Porcentajes de uso de tiempo en refrigerios</i>	<i>23</i>
<i>Figura 14. Top de tiempos de atención en abastecimiento en minutos.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 15. Camiones en espera de ser abastecidos de combustible.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 16. Promedio de campo vs Dispatch.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 17. Indicador de combustible</i>	<i>27</i>
<i>Figura 18. Fallas en los sensores de nivel combustibles.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 19. CVE Utería para cambio de estado de camiones y palas</i>	<i>32</i>
<i>Figura 20. Disponibilidad Vs Target</i>	<i>34</i>
<i>Figura 21. Porcentaje de útil vs porcentaje disponible</i>	<i>37</i>
<i>Figura 22. Registro de dispositivos de camiones de acarreo malogrados.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 23. Registro de estados operativos camiones de acarreo de mina</i>	<i>39</i>
<i>Figura 24. Registro de estados reserva camiones de acarreo de mina reserva..</i>	<i>40</i>

<i>Figura 25. Registro de estados demoras camiones de acarreo de mina demora</i>	<i>41</i>
<i>Figura 26. Carga inadecuada en el camión minero.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 27. Incidente por inestabilidad de camión</i>	<i>42</i>
<i>Figura 28. Rotura de diferencial de camión.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 29. Desprendimiento de rocas en los accesos de la mina.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 30. Caída de material de los camiones</i>	<i>44</i>
<i>Figura 31. Daños ocasionados por incursión de rocas.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 32. Neumáticos dañados en los camiones mineros.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 33. Esquema de comedor móvil.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 34. Porcentajes de uso de tiempo en refrigerios</i>	<i>48</i>
<i>Figura 35. Comedor móvil cotizado.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 36. Ubicación de los comedores móviles</i>	<i>49</i>
<i>Figura 37. Diagrama de Pareto de demoras y detenciones</i>	<i>51</i>
<i>Figura 38. Tiempo promedio de atención mensual del 2018.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 39. Diagrama de cambio de turno.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 40. Correcta carga del camión.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 41. Diagrama de mejora continua</i>	<i>63</i>
<i>Figura 42. Organización por procesos</i>	<i>66</i>

Resumen

La presente tesis titulada: “Propuesta de un plan de control de utilización para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto” tiene por objetivo general proponer un plan de control para incrementar la utilización de la flota de acarreo de una mina a tajo abierto, esto debido al aumento de la inversión minera que impulsa el sector. La empresa minera en estudio busca ser más competitivas utilizando la mejora continua, minimización tiempos de espera y costos en sus operaciones donde uno de los procesos mineros más significativos es la carga y el acarreo del mineral.

Para el desarrollo de la investigación, se realizó un análisis de datos obtenidos de Dispatch, además se efectuó un levantamiento de datos en el área de trabajo de los equipos de acarreo, se encontró varias falencias, mediante el uso de un diagrama de Pareto se logró determinar qué actividades necesitan mayor atención, estas son refrigerio (32.8%), abastecimiento de combustible (23.8%), cambio de turno (9.7%) y mantenimiento (7.0%).

Posteriormente, se diseñó el Plan de control, con el cual se buscó reducir los tiempos muertos, aplicar acciones para evitar demoras, implementar capacitaciones a los operadores, así también se buscó mejorar su ámbito de trabajo ofreciéndoles seguridad y con esto mejorar la productividad de la empresa minera.

Palabras clave: optimización, flotas de acarreo, plan de control.

Abstract

This thesis entitled: "Proposal for a utilization control plan for haulage fleets of an open pit mine" has the general objective of proposing a control plan to increase the use of the haul fleet for an open pit mine, This is due to the increase in mining investment that drives the sector. The mining company under study seeks to be more competitive using continuous improvement, minimization of waiting times and costs in its operations where one of the most significant mining processes is the loading and hauling of the ore.

For the development of the investigation, an analysis of data obtained from Dispatch was carried out, in addition a data collection was carried out in the work area of the hauling equipment, several flaws were found, by using a Pareto diagram it was achieved determine which activities need more attention, these are refreshment (32.8%), fuel supply (23.8%), shift change (9.7%) and maintenance (7.0%).

Subsequently, the Control Plan was designed, which sought to reduce downtime, apply actions to avoid delays, implement training for operators, and also sought to improve their work environment by offering security and thereby improving the productivity of the mining company.

Keywords: Control, Fatigue, prevention, Accident, Operator

Introducción

En la minería a gran escala, siempre se presentan oportunidades para mejorar los índices de producción, en términos técnicos, se define a la minería como una de las denominadas actividades económicas primarias, en la cual se procede a la extracción de elementos metálicos o no metálicos con fines de rendimiento industrial o financiero. Los métodos destinados a la recolección de los minerales involucran acciones subterráneas o bien a cielo abierto, en función de diversos parámetros entre los cuales sobresalen los geológicos, entre otros. Si bien la explotación del petróleo podría unificarse con la temática de los recursos mineros, su particular importancia amerita que se la considere por separado. En cambio, los combustibles fósiles sólidos suelen incluirse en el abordaje de la minería convencional.

La empresa minera estudiada utiliza última tecnología de administración y control de equipos, con el objetivo de aumentar la productividad y asigna acciones optimizadas en la flota, sin embargo, el sistema utilizado presenta algunos inconvenientes como en el manejo del abastecimiento de combustibles, deficiente mantenimiento y tiempos improductivos. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general proponer un plan de control para incrementar la utilización de la flota de acarreo de una mina a tajo abierto

La investigación desarrollada se divide en cinco capítulos desarrollados de la siguiente forma:

El desarrollo del capítulo I se denomina Planteamiento de la investigación, en este se desarrolla la problemática de la investigación, objetivos, justificación, alcances.

El capítulo II es el marco teórico, en este apartado se realiza una revisión bibliográfica, para recopilar las definiciones relacionado al tema de investigación como el proceso de carguío y acarreo, los índices de rendimiento, definiciones básicas del Dispatch, etc.

En el capítulo III se desarrolló la metodología, donde se define el diseño y descripción de la investigación, la población y muestra del estudio, la técnica que se emplea; los datos recolectados se procesaron en Microsoft Excel.

En el capítulo IV se analiza el resultado de la investigación a través de fichas de observación las cuales me permitieron a medir el tiempo de las operaciones de los procesos de carguío y acarreo, con ello se logró determinar el tiempo de improductivo y determinar los pocos vitales según el diagrama de Pareto

En el capítulo V designado como Propuesta de Mejora, donde se propone el plan de mejora con el cual se busca incrementar las operaciones de refrigerio, abastecimiento de combustible, cambio de turno y mantenimiento.

Finalmente, en el último capítulo se plantean conclusiones, recomendaciones y referencia bibliográficas.

Capítulo I: Planteamiento del Estudio

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Entre enero y noviembre del 2018, la inversión minera subió a US\$4.181 millones según el Ministerio de Energía y Minas (El Comercio, 2019), este monto equivale a un aumento del 25.4% respecto al periodo del 2017, por ello, la minera sí aportó al desarrollo económico del país durante el 2018. Este aumento en la inversión minera impulsa este sector, por esto, las empresas mineras a tajo abierto buscan ser más competitivas utilizando la mejora continua, minimización tiempos y costos en sus operaciones, uno de los procesos mineros es la carga y el acarreo del mineral, estos se ven ligados y representan un factor importante en la extracción de la materia prima, en los costos de extracción a tajo abierto, la minera representa el 29%; de este porcentaje, el 50% equivale al costo de acarreo. Debido a esto es necesario realizar una propuesta de un plan control de utilización para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto, con lo cual se minimizarán tiempos de acarreo y aumentará la producción, por lo tanto, es importante describir el panorama actual y definir qué sistema de control se adecúa mejor al tipo de trabajo.

La minería en el Perú y a nivel mundial es importante, ya que las grandes cantidades de material minero extraído son considerables, por ello, resulta necesario la elaboración de esta investigación.

1.1.2. Formulación del problema

La inadecuada utilización de la flota de acarreo afecta seriamente al cumplimiento de planeamiento mina provocando la baja producción y aumento de los costos referidos al mismo, motivo por el cual se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿la propuesta

de un plan de control de utilización para flotas de acarreo incrementará la producción y disminuirá los costos en una mina a tajo abierto?

Esto debido a que el costo de la flota de acarreo representa un gasto importante en la minería a por el incremento del gasto operativo producido por la baja utilización de equipos por causa de operaciones y/o mantenimiento.

1.2. Objetivos

En esta investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

1.2.1. Objetivo general

Proponer un plan de control que incremente la utilización de la flota de acarreo de una mina a tajo abierto.

1.2.2. Objetivo específico

- Determinar y describir la línea base actual de operaciones en el manejo de la flota de acarreo en una mina de tajo abierto.
- Determinar un sistema de control que incremente la utilización de la flota de acarreo en una mina de tajo abierto.
- Diseñar un plan de control de utilización para las flotas de acarreo en una mina de tajo abierto.

1.3. Justificación e Importancia

La investigación se justifica en la situación actual del sector minero el cual exige el máxima eficiencia y eficacia de los recursos que utiliza una minera para ser una empresa altamente competitiva en el sector, es decir un manejo inadecuado de la flota de acarreo, tendrá como consecuencia gastos innecesarios y el incumplimiento de metas de producción. En el presente estudio se elige la operación unitaria de acarreo, por representar un gasto operativo significativo, considerando que su costo de extracción representa un 50% del costo de operación es mina.

La adecuada utilización de las flotas minimiza los tiempos de demoras en el carguío y acarreo de mineral, además optimiza las actividades que se interrelacionen con el

acarreo. Más allá de una apreciación puntual del ciclo de carguío y acarreo, operacionalmente se requiere de mayor precisión para disminuir la variabilidad del ciclo de acarreo. Por lo tanto, es necesario plantear soluciones para la gestión de la flota de camiones que garantice la eficiencia del ciclo de extracción.

1.4. Hipótesis

La aplicación de un plan de control de utilización para flotas de acarreo incrementará la producción y disminuirá los costos en una mina a tajo abierto.

1.5. Operacionalización de Variables

Según la estructura de investigación siguiente:

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores
Variable independiente	Tiempo (horas)	Horas totales del equipo (HT).
	Tiempo (horas)	Horas disponibles del equipo (HD).
	Tiempo (horas)	Horas del equipo operativo.
	Control	Demoras o <i>delays</i> , <i>Stand-by</i> .
		Disponibilidad mecánica.
Variable dependiente	Tonelaje de meta cumplida	Cumplimiento plan producción.
	Utilización de la flota de acarreo	Utilización de equipos.
	Tiempo (horas) de equipos utilizados	

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes del Problema

Yoza (2010), en su tesis *Gestión de vías en Proyectos Open Pit*, indicó que, a mayor calidad de vía, mayor velocidad real de operación, menor impacto y desgaste sobre el equipo, mayor producción y menor consumo de combustible. Uno de los factores clave es una adecuada gestión de las vías, lo que conlleva a la realización de operaciones conducentes a la combinación del diseño, los recursos, la supervisión, el mantenimiento, el control óptimo y, por lo tanto, el usuario, se mantenga en un nivel adecuado de funcionamiento que permita realizar un trabajo eficiente, al menor costo posible y el mayor beneficio que pueda adquirirse. Es decir, va más allá de un simple mantenimiento periódico.

Canturin y Siucho (2004) en sus tesis *Aplicación de métodos de productividad en las operaciones de equipos de movimiento de tierras*, mencionaron que el Tiempo de Acarreo es el tiempo que toma transportar el material desde el punto de carga hasta el punto de descarga y varía de acuerdo a la distancia de acarreo, la condición de la vía, la potencia del equipo, entre otras. Los autores lograron determinar los valores de rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierra ampliando la literatura sobre el tema para tener un referente más exacto y real. Con este estudio ya no se depende solo de los manuales de los fabricantes ni de las fórmulas teóricas que permiten calcular la producción horaria de un equipo, pero bajo ciertas condiciones invariables.

Saldaña (2013) en su tesis *Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo-minera Yanacocha*, indicó que en épocas de invierno, las condiciones adversas aumentan, las lluvias torrenciales las que pueden alcanzar a inundar los tajos, las vías de acarreo se vuelven intransitables, por lo que se requiere de un manejo más complejo para poder hacerle frente a las adversidades en esta época, por ello, la

administración de motoniveladoras, tractores de ruedas, tractores de orugas, cargadores frontales y la disponibilidad de material adecuado para corregir condiciones subestándar se vuelven opciones vitales.

Gómez (2013) en su tesis *Dimensionamiento óptimo de flotas de equipos para proyectos de movimiento de tierras* mencionó que el estado de conservación en el que se encuentren los caminos por los que transitan los equipos de acarreo durante el proceso de acarreo de material, este influye directamente en la continuación del ciclo real. Para determinar la magnitud de dicha atribución el autor evaluó los tiempos ideales en función a la máxima velocidad alcanzada por el vehículo, que en teoría es la que podrá mantener constante durante todo su recorrido, y se contrasta contra los excesos sobre el ciclo ideal; el resultado de dicho análisis será el porcentaje de tiempo en que se incrementa el ciclo debido a una vía en las condiciones reales.

Alva (2006), en el tema “Optimización del sistema de carguío y acarreo” expuesto en el Sexto Congreso Nacional de Minería señaló que en la compañía Minera Aurífera Santa Rosa S. A. tienen deficiencias en el sistema de acarreo, bajos rendimientos y elevados costos de operación. Por lo tanto, se tiene que mejorar los ciclos, las actividades unitarias de carguío y acarreo deberán trabajar de forma integrada en la operación y ser vistos como un sistema, involucrando también a los equipos auxiliares propios de la operación que juegan un rol preponderante en el sistema de carguío y acarreo.

Del Corral (2016), en el artículo “Diseño y construcción de caminos mineros”, demostró que las vías de acarreo minero deben ser construidas por capas con materiales adecuados, cuya capacidad portante resista la máxima presión de la llanta del camión hacia la capa de rodadura, el autor indicó que un mantenimiento errado trae como consecuencia: la disminución de la producción estimada, el incremento de los costos de operación y mantenimiento de los equipos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mina a tajo abierto

Se le denomina minería a cielo abierto al proceso de explotación minera que no es realizado en galerías subterráneas, sino en la superficie de la tierra. Esta es una actividad industrial de alto impacto económico, ambiental, social y cultural (López, 1997).

En la figura 1 se muestra todo el proceso de extracción, la primera fase de un proyecto minero a cielo abierto requiere retirar el “top soil” la vegetación y la capa superficial de suelo que cubren al yacimiento, a este proceso se le llama descapote, para esta operación se debe considerar la normatividad referente. (Yanacocha, s.f.)



Figura 1. Planeamiento de minado. Adaptado de “Planeamiento de minado en Compañía Minera Antamina”, por Antamina, 2015. Lima, Perú.

Posteriormente, se realiza la excavación con explosivos o maquinaria, se retira todo lo que recubre la formación geológica que forma al yacimiento. Estos materiales se nombran como material estéril, mientras que a la formación a explotar se le llama mineral. Los proyectos mineros deben de cumplir la normativa, tanto laboral, de seguridad, ambiental, sobre todo el aspecto ambiental la mina debe tener cuidado con los efluentes que genera, debe de realizar monitoreo constantes tanto de agua, aire, suelo y ruido porque antes de comenzar las actividades minera se tuvo que realizar un Estudio de Impacto Ambiental (SGM, 2017).

Las minas a tajo abierto son rentables cuando los yacimientos se encuentran cerca de la superficie. Cuando la depresión del yacimiento acrecienta, la ventaja económica del cielo abierto disminuye, ya que se tendría que realizar una minera subterránea, aumentando los gastos de explosivos camiones, y demás insumos necesarios (SGM, 2017).

2.2.2. Carguío

El carguío es importante en la operación minera, puesto que su propósito es cargar el material tronado del frente de carguío a los equipos de acarreo, de manera segura y óptima (Camiper, 2017).

2.2.2.1. Ciclo del carguío

El ciclo de los equipos de carguío se centra básicamente en la zona de carga. A continuación, se detalla su ciclo y las maniobras que debe ejecutar:

- a) Llegada de camión. Es el tiempo que toma en llegar el camión al frente de carguío, la pala debe prepararse para cargar.
- b) Espera por carga. Tiempo el cual el camión ya está posicionado al costado de la pala y está esperando a ser cargado.
- c) Carga. Es el tiempo que emplea la pala en vaciar el material sobre la tolva del camión.
- d) Espera de camión. Es el tiempo de espera de la pala hasta que un camión llegue a la zona de carga
- e) Espera de aculatamiento. Tiempo donde el camión comienza la maniobra para tomar la ubicación adecuada al costado de la pala para ser cargado.

2.2.3. Acarreo

La operación de acarreo es muy importante, puesto que su función es desplazar el material desde la zona de carguío hacia los distintos puntos de descarga, de manera segura y eficiente para cumplir con los requerimientos de producción, sobre todo cuando se trata de alimentar a la planta que es un punto crítico en la toma de decisiones. Un ciclo de un camión minero en la operación unitaria de acarreo tiene una secuencia representada en la siguiente ecuación (Camiper, 2017):

$$TCT = TPP + TC + TVC + TPV + TV + TVV + R$$

TCT= tiempo ciclo unidad de transporte [min]

TPP= tiempo para posicionarse frente a la unidad de carguío [min]

(aculatamiento)

TC = tiempo carguío [min]

TVC=tiempo viaje cargado [min]

TPV=tiempo posicionamiento en lugar de descarga [min]

TV= tiempo vaciado [min]

TVV=tiempo viaje vacío [min]

R= retrasos [min]

2.2.4. Dispatch

El Dispatch es una herramienta en tecnología minera de gestión cuyo objetivo es incrementar la asignación de equipos, maximizando la utilización del tiempo y minimizando las pérdidas, en tiempo real (SM, 2007).

Realiza registra los eventos que se desarrollan durante los ciclos de operación. Sobre la base de esta información, el sistema de forma automática determina la ruta óptima de acarreo de material. Las operaciones básicas del sistema son las siguientes:

- Registro de eventos del ciclo de acarreo de material relevantes e importantes para la empresa.
- Traspaso de los datos en tiempo real y posterior decodificación.
- El sistema registra los datos y guarda la información.
- El software procesa los datos y gestiona asignaciones de manera óptima de destino a los camiones de extracción.
- Finalmente, el sistema hace un envío de la asignación al camión respectivo para que realice la ruta óptima.

2.2.4.1. Operación del Sistema Dispatch

El Dispatch registra los eventos que se despliegan durante los ciclos de operación. Basada en esta información recolectada por la herramienta, selecciona automáticamente la mejor ruta de acarreo de material. Asimismo, los procedimientos básicos del sistema son los siguientes (SM, 2007):

- Registro de eventos del ciclo de acarreo de material relevantes para la empresa.
- Manejo de datos a tiempo real.
- Registro de los datos obtenidos
- El Dispatch procesa los datos y gestiona asignaciones de manera óptima de destino a los camiones de extracción.

2.2.4.2. Algoritmo del Sistema Dispatch

Para entender el algoritmo empleado por el sistema Dispatch se debe tener en consideración que este sistema maneja cantidades grandes de información y variables, de manera de generar una asignación óptima y eficiente. Los principales datos que debe manejar son los siguientes (SM, 2007):

- Una red de ruta de acarreo que contiene cada uno de los caminos.
- Pendientes y distancias de cada uno de los caminos.
- Tiempos de maniobra y descarga en botaderos, *stocks* y/o chancado.
- Estatus operacionales de equipos.
- Restricciones operativas, tales como prioridad de palas, capacidad de botaderos y chancado, etc.

2.2.5. Norma Glencore

La norma Glencore es un marco de referencia interna de la empresa minera, existen también otras normas similares como la Norma ASARCO (American Smelting and Refining Company) las cual rige a las empresas pertenecientes a esa compañía.

Es de forma habitual que en la minería se tenga una forma de control y evaluación de gestión de los estados operacionales en los que se encuentran los equipos durante un período determinado a evaluar. Es así que para el presente estudio tomamos como referencia la norma Glencore debido a que es una de las más utilizadas por las mineras por su forma estructurada. Se basa en tener una distribución y desglose de tiempos para calcular los distintos índices operacionales que se requieren para la evaluación. Para ello, es normal que en la minería se utilice la escala de tiempos según esta norma, que rige la operación en sí y el sistema Dispatch. Esta norma clasifica y describe en detalle cada uno de los estatus en que se encuentran los equipos en operación durante un período

determinado de tiempo. La distribución de tiempo a modo general se encuentra en la Figura 2 (SM, 2007).

Nominal				
Disponible				No disponible Mantenión
Operativo			Reserva	
Efectivo	Demora Programada	Demora No Programada	Pérdidas Operacionales	

Figura 2. Escala de tiempos según norma Glencore. Tomado de Modular Mining Systems Inc, por SM, 2007, Lima: SM.

A continuación, se detallan las características de cada tiempo:

Nominal. Tiempo durante el cual el equipo se encuentra físicamente en mina. Es el tiempo total de un período.

Disponible. Tiempo en que el equipo está operativo y en buenas condiciones para operar. Para esto, se le han descontado los mantenimientos.

No disponible. En esta etapa se contemplan los tiempos destinados tanto para los mantenimientos programados y/o las reparaciones electromecánicas de terreno.

Operativo. Corresponde al tiempo en que el equipo se encuentra operando en mina, es decir, está con un operador.

Reserva. Es aquel tiempo en donde el equipo estando en condiciones mecánicas de operación, no es utilizado en labores productivas, ya sea por falta de operador o superávit de equipo en ese momento.

Efectivo. Es el tiempo en que el equipo está siendo utilizado para lo que realmente se invirtió, es decir, está realizando labores puras de producción sin colas.

Demoras programadas. Tiempos de detención programada.

Demoras no programadas. Tiempo de detenciones no programadas, donde no se sabe cuánto durarán.

Pérdidas operacionales. Es el tiempo donde el equipo se encuentra esperando. Es recurrente que, dentro de la industria minera, cada empresa disponga de su propio sistema de distribución de tiempos bajo la base de la norma Glencore.

2.2.6. Índices clave de rendimiento

El indicador clave de rendimiento es el conocido en inglés *Key Performance Indicator* o simplemente conocido como KPI, a continuación, se detallan las fórmulas de los índices operacionales (SM, 2007):

- **Disponibilidad Mecánica (DM).** Fracción porcentual del tiempo nominal en que el equipo se encuentra en condiciones mecánicas para operar.

- $DM [\%] = (Efectivo + Demoras + Reserva / T.Nominal) \times 100\%$

- **Utilización Efectiva en Base a Disponibilidad (UEBD).** Corresponde a la fracción porcentual del tiempo disponible en donde el equipo se encuentra en producción pura y sin pérdidas operacionales. Se hizo un cambio de variables operativas a variables efectivas en su cálculo.

- $UEBD [\%] = (T.Efectivo / T.Disponible) \times 100\%$

- **Porcentaje de Pérdidas Operacionales (%PO).** Es la fracción porcentual del tiempo disponible en que el equipo genera pérdidas operacionales (esperas y colas).

- $\%PO [\%] = (T.Pérdidas Operacionales / T.Disponible) \times 100\%$

- **Porcentaje de Reservas (%Res):** Es la fracción porcentual del tiempo disponible en que el equipo se encuentra en el estatus de reserva.

- $\%Res [\%] = (T.Reserva / T.Disponible) \times 100\%$

- **Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF):** Son las horas equivalentes al tiempo promedio existente entre fallas imprevistas.

- $MTBF [hr] = (Horas Operativas / Número de Fallas)$

- **Tiempo Medio Entre Reparaciones (MTTR):** Es el tiempo promedio que duran las mantenciones no programadas.

- $MTTR [hr] = (Horas\ de\ Mantenición\ No\ Programada / Número\ de\ Fallas)$

2.3. Definición de Términos Básicos

2.3.1. Carguío

El carguío forma parte del proceso de explotación de una mina a tajo abierto, específicamente es la carga del material extraído de yacimiento, se realiza en las bermas de carguío (Camiper, 2017).

2.3.2. Acarreo

El acarreo es la acción del traslado corto en desplazar el mineral roto con ayuda de equipos como camiones mineros, desde el punto de operación en un radio de acción desde carga hasta su destino final o lugar de descarga. (Camiper, 2017)

2.3.3. Dispatch

Es una herramienta utilizada en la minería a gran escala, utiliza sistemas de computación y comunicación de datos (GPS), su fin es la administración y gestionar la asignación de camiones y palas para las diversas operaciones que se realicen, con ello busca incrementar la utilización de los tiempos. Además, registra todas las eventualidades que ocurren en el acarreo según la información brindada por el operador (Camiper, 2017).

2.3.4. Ramp Mem

Es un sistema automatizado de alarmas de todos los equipos de acarreo y acarreo, es decir es capaz de leer los signos vitales que arrojan los camiones y palas que están trabajando en tiempo real, en la figura 3 se observa el interfaz de Ramp Mem. (Freeport McMoran, 2014)

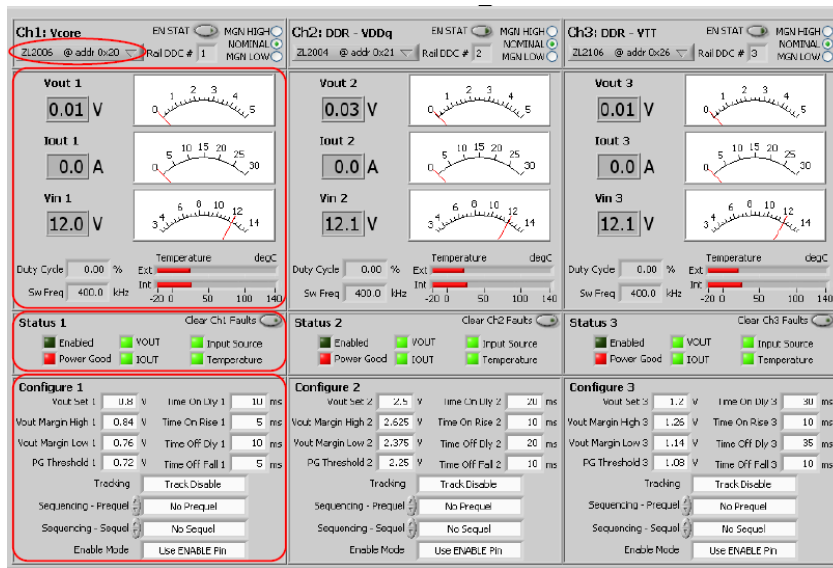


Figura 3. Interfaz de Ramp Mem Tomado de Freeport McMoran, 2014, Lima: SM.

2.3.5. DSS

Es un sistema detector de somnolencia, El DSS es un dispositivo de advertencia basado en un software completamente automático de nivel de alerta & fatiga del conductor. El sistema utiliza un sensor miniatura montado en el panel del equipo. El DSS le proporciona al conductor retroalimentación respecto a fatiga y nivel atención, lo cual reduce accidentes y aumenta la seguridad de su operación (figura4). (Freeport McMoran, 2014)



Figura 4. Sistema detector de somnolencia. Tomado de Freeport McMoran, 2014, Lima: SM.

2.3.6. Tooth Metrics

Es un sistema de detección de dientes o uñas perdidos por una pala o cargador frontal minero. Los dientes o uñas de la pala tienen el potencial de desprenderse del cucharón durante su actividad operativa. Este evento a menudo pasa desapercibido para el operador, produciendo que el carguío disminuya (productividad) y que el diente o uña faltante sea un potencial de llegar a equipos aguas abajo causando más daños. La falta de dientes que entran y atascan una chancadora aguas abajo o una cinta transportadora es una situación muy peligrosa que se debe rectificar. Tal evento resulta en implicaciones significativas de tiempo y costo (figura 5) (MotionMetrics, 2018).



Figura 5. Tooth Metric Tomado de MotionMetric, 2018 - noviembre

Capítulo III: Metodología

3.1. Métodos y Alcance de la Investigación

El presente trabajo de investigación se circunscribe a un estudio descriptivo, Asimismo, se usará la técnica de recolección de datos sobre la base de una teoría que permite identificar la disponibilidad de equipos de carguío y acarreo.

En la investigación primaron los aspectos cuantitativos y estuvo dado por la preferente utilización de los datos numéricos de campo, en forma descriptiva y bibliográfica con un enfoque normativo.

Para un correcto análisis de todos los factores que influyen en los costos de movimientos de mineral se debe, en primer lugar, conocer los tipos de maquinarias que se pueden ver involucradas en este tipo de trabajos, así como sus funciones y limitaciones.

Consecuentemente, se analizan diferentes factores que tienen gran importancia en la asignación de costos en rubros de movimientos de mineral, tales como el tipo de suelo donde se va a trabajar, influyendo directamente en el tipo de maquinaria que se debe utilizar para ese trabajo y, por lo tanto, en la producción que dicha maquinaria tendrá en el proyecto. Necesitará, además, de una elección adecuada de esta para que presente el mayor rendimiento posible, las condiciones climáticas, al igual que las mencionadas anteriormente, pueden llegar a ser determinante en los costos finales en un trabajo de esta envergadura.

Finalmente, se presentará el control en la cual se resume los resultados del proyecto, señalando y explicando los factores más incidencia en los costos de movimiento de mineral.

3.1.1. Metodología

La investigación de campo es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en el que se producen los acontecimientos, ya que la toma de los tiempos de ciclo en condiciones muy adversas al trabajo que se estuvo ejecutando mostrará casos reales.

Para la obtención de la información necesaria se realizó salidas al campo y la recolección de reportes Dispatch, el cual brinda información respecto los tiempos de operaciones como refrigerios, abastecimiento de combustible, cambio de turno, mantenimiento, etc.

Para esto se realizará los siguientes procedimientos:

- El alcance del área de estudio corresponde desde la zona de carguío hasta las zonas de destino considerando sus diferentes accesos. Para ello se determinó 5 puntos de observación para la recolección de información sobre la performance de equipos de acarreo: zona de carguío, haul road, abastecimiento de combustible, parqueo de la flota de camiones y zona de descarga.
- Los resultados obtenidos en la investigación de campo se contrastarán con la información proporcionada en los informes mensuales del Dispatch respecto a esas operaciones, para corroborar dicha información.
- La información contrastada y validada se tabulará para determinar un diagrama de Pareto, 20% de las actividades que puede generar el 80% de las demoras.
- De cada causa identificada se hará un análisis de interpretación para determinar la causa raíz.
- Finalmente, se elaborará un plan de acción, para plantear soluciones prácticas y concisas para evitar pérdidas de tiempo en el proceso de carguío y acarreo.

Análisis descriptivo. El análisis descriptivo es un método estructurado que permite administrar, manejar y resolver acciones orientadas al control de los procesos. Dichas acciones pueden derivarse de una diversidad de fuentes, como investigaciones, inspecciones, observaciones, resultados de monitoreo, reportes de rendimientos, etc. En esta investigación se describirá las operaciones que están dentro del proceso de carguío y acarreo con el fin de incrementarlas evitando los tiempos muertos o de demora por ello se realizó visitas a campo y recolecto información de primera fuente.

3.2. Diseño de la investigación

Investigación exploratoria. Se aplica con el fin de obtener un conocimiento de la situación actual y después hacer un análisis relacionado con un estudio de lo general a lo particular de maquinaria involucrada y los rendimientos específicos (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014) .

Para el caso de este estudio se realizó la investigación en campo para conocer la línea base de la situación actual, luego se determinó los factores que afectan al rendimiento de la flota de acarreo.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. La población

La flota de acarreo que considera 90 equipos camión Cat 793 que participan en el proceso acarreo durante el año 2018.

3.3.2. Muestra

La muestra no es probabilística porque depende de las causas relacionadas con la investigación, por ello se consideró seis camiones de acarreo CAT 793 durante el cuarto trimestre del 2018.

Capítulo IV: Resultados y Discusión

4.1. Análisis de la Situación Actual

Para determinar la situación actual se determinó zona de carguío, haul road, abastecimiento de combustible, parqueo de la flota de camiones y zona de descarga de camiones como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 6. Centro de Operaciones de la Mina en estudio



Figura 7. Punto observación grifo



Figura 8. Punto observacion carguio



Figura 9. Expectativa por el refrigerio



Figura 10. Punto observación parqueo camiones

Se logró identificar con fichas de observación oportunidades de mejora que fueron contrastadas por la información suministrada por el Dispatch, el cual se resumen en un diagrama de Pareto, en base a esta información recolectada se logrará realizar el plan de control con el cual se desea mejorar la utilización de las flotas de acarreo, para lograr este objetivo será necesario generar propuestas de mejora para disminuir demoras, mejorar la gestión y toma de decisiones.

Para la recolección de información se realizó los siguientes procedimientos:

- Se revisó los informes mensuales del Dispatch donde se contrasto las diversas demoras y camiones de acarreo detenidos, identificando las causas de estas. (figura 11)

Inicio Final Arriba Abajo Imprimir Actualizar Remover Ayuda Salir Config														
CVE UTILERIA DE CAMIONES														
Escoger camiones por estado (Oprima F7 para TODOS) Demora														
CAMION	OPERADOR	ACCION	ASIGNACION MANUAL	UBICACION ACTUAL	PROXIMA UBICACION	ESTADO	RAZON	COMBUSTIBLE %	SERV Reman RBS	CARGA	POLIGONO	PALA FIJO	ETD FIJO	PALA ESTRG
C101	FLORES QUISE EDA	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	70%	915 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C103	CHANCATUMA MIRANDA	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	92%	1199 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C104	ARTAS CASTILLO MAN	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	71%	922 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C106	CALCINA HUAMANTUMA	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	40%	523 0.0	DESM	CY2543-831/DESM-4	Ningun	Ningun	
C109	VALENZUELA QUISE	Llegada	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	60%	778 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C111	CRUZ HUARICALLA R	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	36%	468 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C114	MIMA CORTIJA ANTONI	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	63%	815 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C116	DE LA SOTA CARRUAS	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	78%	1017 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C117	ARIZABAL CUNO ERIC	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	40%	521 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C120	QUEQUEZANA TAPARA	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	98%	1271 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C122	CARITA CRUZ ELYS	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	90%	1175 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C123	ARROYO VELAZCA GUT	Llegada	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	66%	862 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C126	LARICO QUISE JOSE	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	57%	737 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C137	GUEYARA CORIMANYA	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	90%	1127 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C141	APAZA COAQUIRA JUS	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	90%	1120 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C142	APAZA TELADA ALVAR	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	37%	458 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C143	LEON QUISE OSWALD	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	46%	601 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C147	MENDOZA PEREZ CARL	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	60%	748 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C148	Ninguna	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	95%	1193 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C150	ARENAS CALLENUEVA	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	54%	675 0.0	DESM	CY2543-831/DESM-4	Ningun	Ningun	
C155	CRUZ TACO EDWIN M	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	25%	316 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C157	FLORES CHIQUE RICH	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	51%	666 0.0	DESM	CY2543-921/DESM-1	Ningun	Ningun	
C161	CARO PAREDES MARCO	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	58%	727 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C162	NAPAN HUAPATA FERN	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	28%	351 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C165	ESCORBAR SANCHEZ RE	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	38%	474 0.0	SPML	SR2423-571/SPML-8	Ningun	Ningun	
C168	ESQUIVEL LUJAN PED	Asignar	Ninguna	PQ_CERROK	PQ_CERROK	Demora	REFRIGERIO	72%	933 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C170	NINA APAZA DAVID	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	48%	596 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C174	RONCZ TELADA TONY	Asignar	Ninguna	PQ_DINAMICO	PQ_DINAMICO	Demora	REFRIGERIO	88%	1140 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C176	DE LA CRUZ CARUASC	Llegada	Ninguna	PQ_SRG	PQ_SRG	Demora	RECESO OPERADO	46%	575 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C178	VARGAS BAUMCO PEDR	Asignar	Ninguna	PQ_CULVERT3	PQ_CULVERT3	Demora	REFRIGERIO	37%	466 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
C181	VILLANUEVA ROSAS C	Asignar	Taller TAL	GRIFO PAD	GRIFO PAD	Demora	COMBUSTIBLE	30%	372 0.0	VAC	Ninguna	Ningun	Ningun	
Numero de Camiones por Estado Operativo: 73 Malogrado: 19 Demora: 42 Reserva: 4 Cambio Turno: 0														

Figura 11. Recolección de información mediante Dispatch

La visita al centro de operaciones de la mina en estudio se realizó durante 2 semanas donde se logró recolectar información necesaria para la investigación.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos según las diversas actividades que afectan a la óptima utilización de las flotas de acarreo, entre ellas están; tiempos de refrigerio, en las estaciones de abastecimiento de combustible, cambio de turnos en parqueos y demoras por mantenimiento y en las rutas de acarreo.

Tabla 2

Demoras por estado

Actividad	Frecuencia Duración (h)	Frecuencia %
Refrigerio	19.30	32.8%
Abastecimiento	14.00	23.8%
Cambio de turno	5.70	9.7%
Mantenimiento	4.10	7.0%
Parado por equipo	3.00	5.1%
Inspección Op.	2.70	4.6%
Demora Chancado	2.40	4.1%
Cambio de operador	2.40	4.1%
Una vía	2.20	3.7%
Demora en pala	1.80	3.1%
Trabajos en ruta	1.20	2.0%
TOTAL	58.8	100%

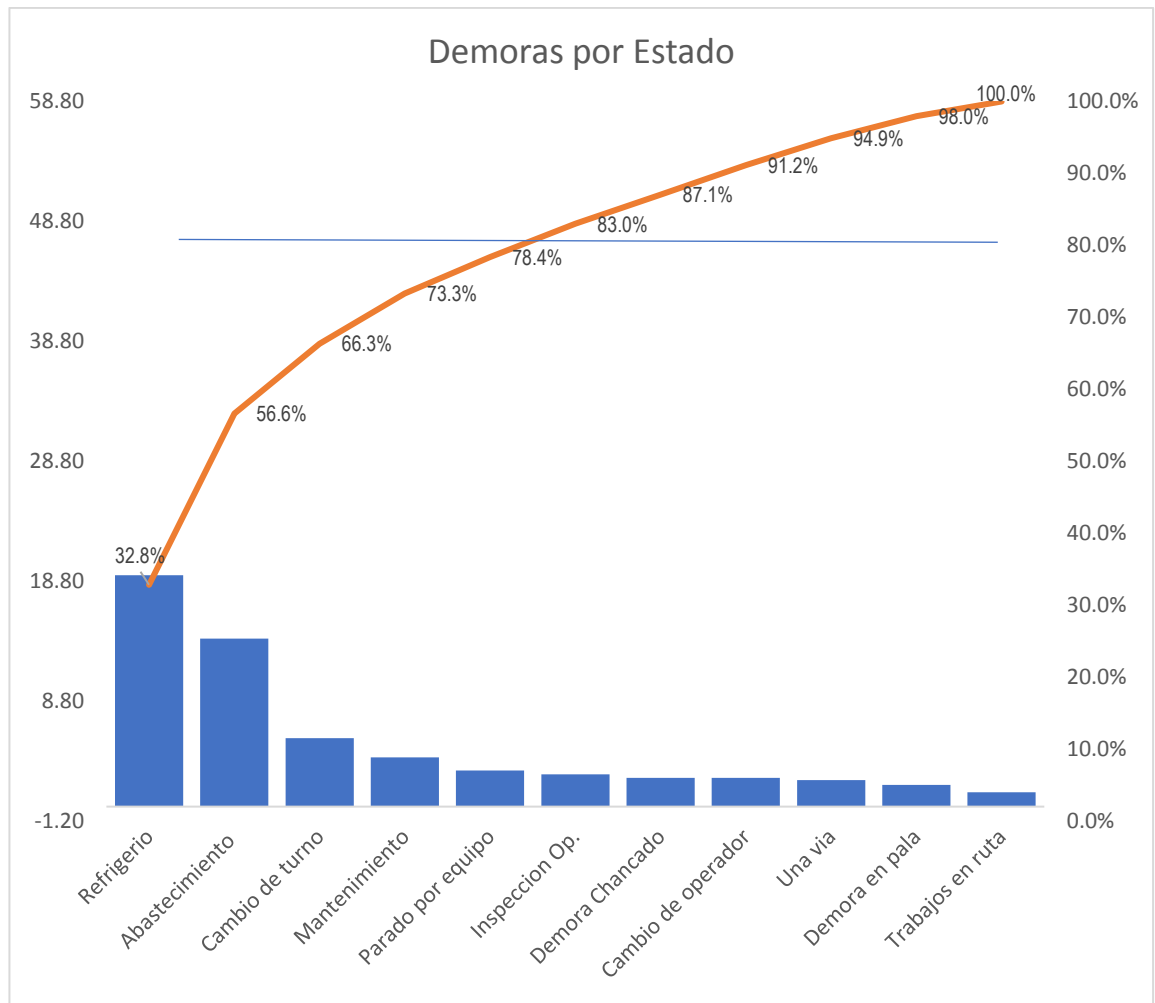


Figura 12. Diagrama de Pareto de demoras y detenciones

En la figura 12 se identifica rápidamente que la demora que presenta más incidencia es el refrigerio, seguido de abastecimiento de combustible, cambio de turno, entrega por mantenimiento y parado por equipo los cuales son desafíos importantes que se pueden mejorar.

4.1.1. Refrigerio

Es el tiempo que tiene el operador para almorzar o cenar (dependiendo del turno en el que se encuentre), tiene una duración 45 minutos y se toma en el área de comedor, sin embargo, la ubicación actual del comedor obliga a realizar el traslado del personal desde el lugar de trabajo al comedor, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Tiempo de refrigerio

N°	ACTIVIDADES	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TIEMPO TOTAL
1	Desplazamiento del personal hacia lugar de embarque	12:00	12:05	05 min
2	Traslado del personal desde el lugar de trabajo al comedor	12:05	12:20	15 min
3	Inicio de almuerzo	12:20	13:05	45 min
4	Traslado del personal desde el comedor al lugar de trabajo	13:05	13:20	15 min
5	Desplazamiento del personal hacia camión	13:20	13:25	05 min
			TOTAL	85 min

Como se observa en la tabla 3, las actividades realizadas en el refrigerio comienzan con el desplazamiento de la persona hacia el lugar de embarque donde se obtuvo un tiempo promedio de 5 minutos, luego se realiza el traslado del personal desde el lugar de embarque al comedor tomando en promedio un total de 15 minutos, una vez en el comedor los operadores refrigeran por 45 minutos, al finalizar ellos toman el bus que los trasladara al sitio de embarque (15 minutos) y finalmente se desplazan a sus puestos de trabajos (5 minutos). En total, el tiempo que se toman los trabajadores para refrigerar es de 85 minutos (1:25 horas)

Tabla 4

Porcentajes en tiempos de refrigerio

Actividad	Tiempos (min)	Porcentaje
Tiempo de refrigerio	45.00	52.9%
Tiempo de traslados	40.00	47.1%
Total	85.00	100.0%

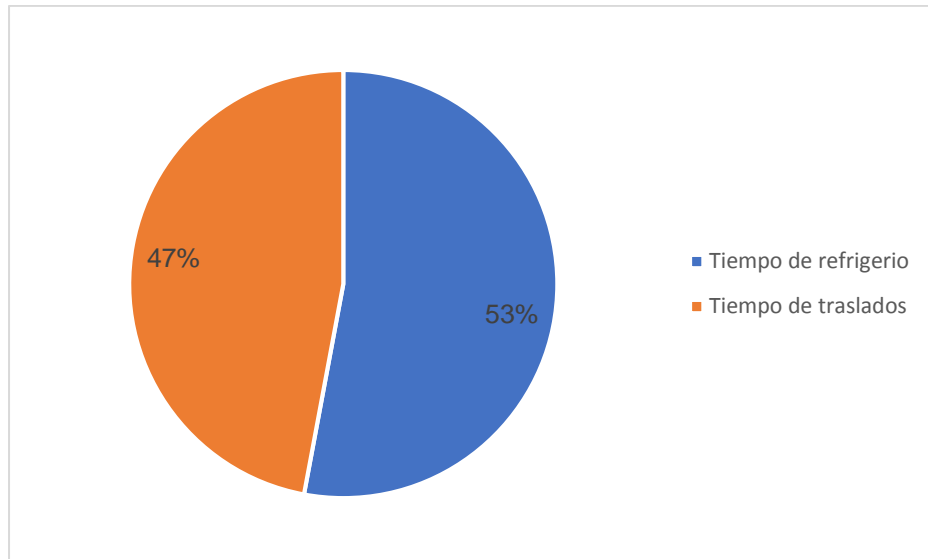


Figura 13. Porcentajes de uso de tiempo en refrigerios

Como se muestra en la tabla 4 y la figura 13 el tiempo de refrigerio es de 45 minutos y el de traslado es de 40 minutos en total, en porcentajes estos tiempos son el 53% y el 47% respectivamente.

Con ello se puede identificar que el tiempo de traslado es excesivo ya que es una pérdida de 40 minutos por operador y que podría ser reducido.

Las causas raíz identificadas en estas demoras corresponden a:

- Congestión de camiones en zona parqueos en la hora de refrigerio
- Demora en recojo del personal al comedor y viceversa
- Distancia entre la zona de parqueo y del comedor.

4.1.2. Abastecimiento

El objetivo del abastecimiento es mantener a la flota de acarreo con el nivel necesario de combustible de forma que cumplan con sus actividades sin ningún percance.

Mediante información brindada por el Dispatch que es un sistema de control y administración de minas en este caso en una mina a tajo abierto, y cuyo objetivo es proveer asignaciones optimizadas en los equipos de flota se obtuvo el siguiente reporte donde se observa los tiempos que demoran los camiones CAT en abastecerse:

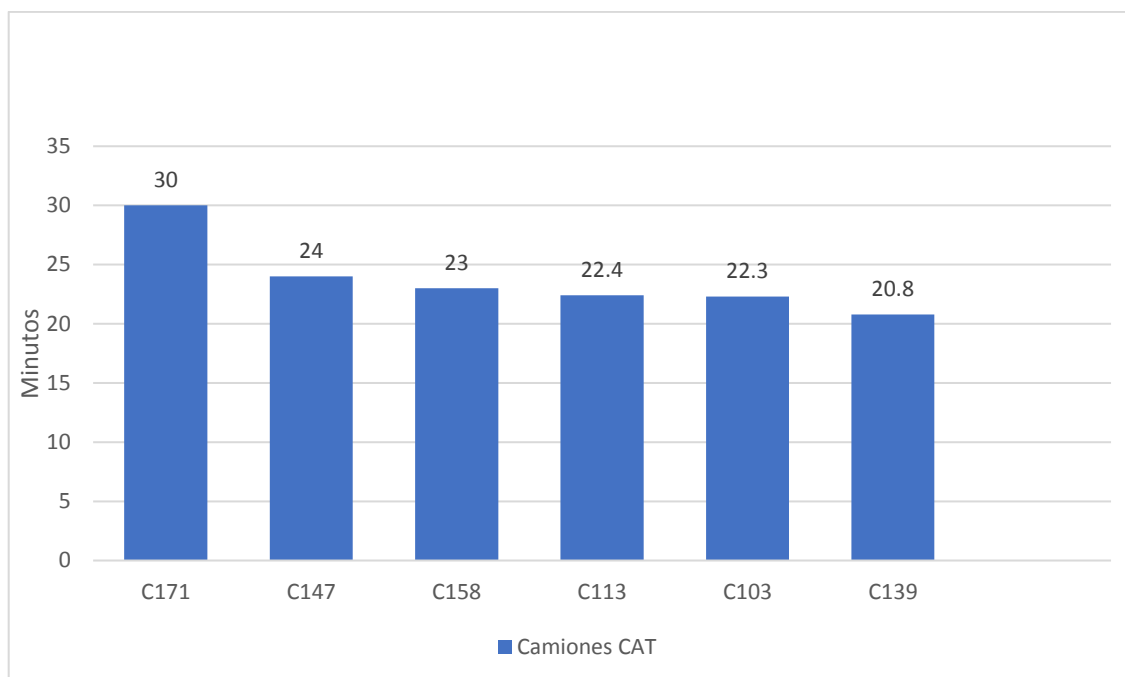


Figura 14. Top de tiempos de atención en abastecimiento en minutos. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En la figura 14 se observa los tiempos de atención, tomando los 6 tiempos mayores durante el último trimestre del 2018 en cuanto a camiones CAT de diversos modelos, siendo el mayor tiempo de 30 minutos y el menor de 20.8, los camiones más recurrentes con los CAT 793.

Por ello se tuvo mayor interés en los camiones mineros CAT-793 ya que presentan mayor incidencia en el top de atención de abastecimiento de combustible.

En la Figura 15 se observa a los camiones en espera de ser abastecidos de combustible. En 15.a. los camiones haciendo largas colas, en 15.b. la llegada de camión al punto de abastecimiento.

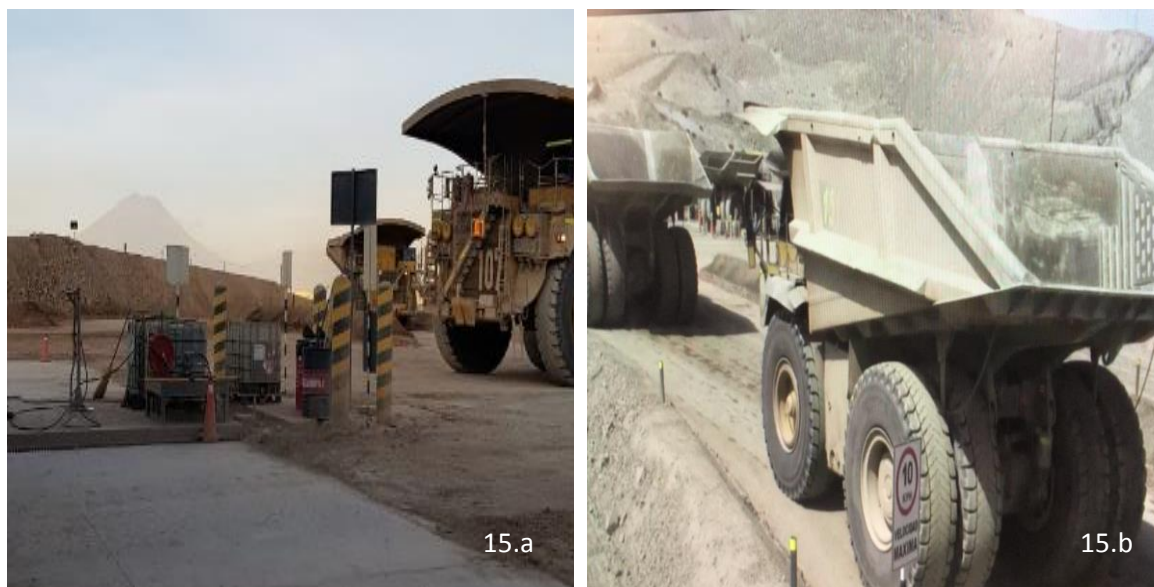


Figura 15. Camiones en espera de ser abastecidos de combustible

En la figura 15 se observa a los camiones mineros esperando a ser abastecidos, el tiempo que demoran en ser atendidos se considera tiempo muerto que es la inactividad del operador y del camión, los cuales producen pérdidas a la empresa.

Las causas raíz identificadas en estas demoras corresponden a:

- Asignaciones erróneas del Dispatch.
- Mal estado del sensor de nivel de combustible.
- Congestión de camiones en la zona de abastecimiento.
- Autoasignación por parte del operador para abastecer combustible.

4.1.2.1. Gestión de abastecimiento

El Dispatch es un programa para la asignación de camiones mineros a realizar ciertas actividades, pero este necesitara modificaciones de acuerdo a los errores que se encuentren, uno de ellos es que el programa no considera si existen camiones en espera a abastecerse y manda más camiones ocasionando largas colas de espera donde la productividad se ve afectada.

4.1.2.2. Indicador de combustible

Se evidenció que la causa más recurrente que afecta al abastecimiento es la incorrecta señalización del porcentaje de tanque lleno en el equipo, este trae como consecuencia que los camiones se abastezcan de combustible sin ser necesario. Esto puede deberse a la falta de precisión entre el Dispatch y el indicador de nivel de combustible (medidor del tanque de combustible) en la flota de acarreo, además genera incertidumbre en el operador al solicitar cierta cantidad de combustible.

En la tabla 5 se realiza una comparación entre el porcentaje promedio de combustible real y el promedio de combustible mostrado por el Dispatch, el cual considera una ratio de consumo menor al real.

Tabla 5

Combustible en camión

Combustible en el camión y en el sistema Dispatch al ingreso al puesto de abastecimiento			
Unidad	Promedio de combustible en campo	Promedio de combustible en Dispatch	Diferencia
Camión 1	50%	35.2%	14.80%
Camión 2	48.8%	30.3%	18.50%
Camión 3	35.6%	28.90%	6.70%
Camión 4	42.0%	37.3%	4.70%
Camión 5	65.0%	45.5%	19.50%
Camión 6	39.0%	25.5%	13.50%
Camión 7	52.3%	35.3%	17.00%
Camión 8	32.0%	30.1%	1.90%

Se infiere que la variación del nivel de combustible al ingresar a los puntos de abastecimiento es producida por la deficiente configuración del nivel de combustible y una mala asignación de ratio de consumo, este inconveniente de precisión ocasiona que el Dispatch identifique incorrectamente el nivel de combustible por lo tanto realiza una

inadecuada asignación de los camiones a los grifos, siendo el promedio de combustible en campo el valor real del nivel de combustible.

En la figura 16 se aprecia el promedio de campo vs Dispatch:

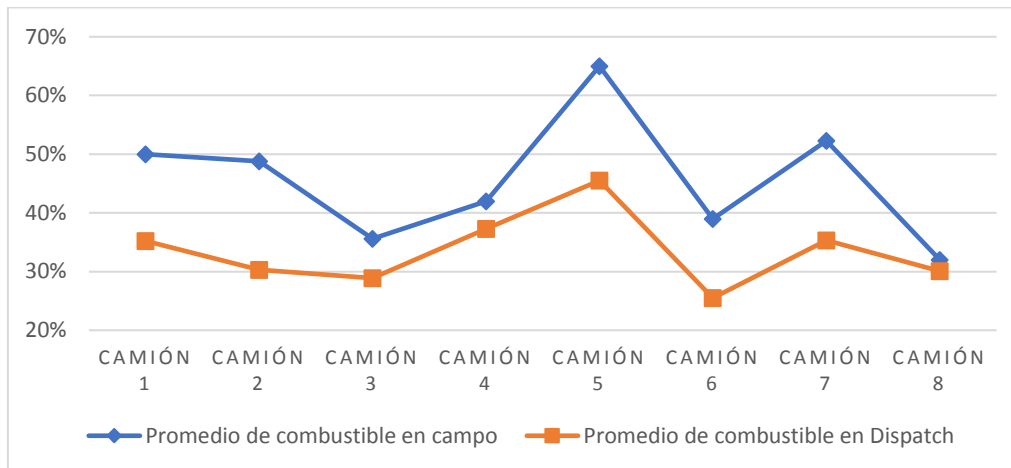


Figura 16. Promedio de campo vs Dispatch. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

De los datos mostrados en la figura 16 se puede observar que la mayor diferencia es del 20% en el camión 5 y en el camión 8 se observa la menor diferencia.

Según los procedimientos de la minera indicada en el manual MP7B, un camión se dirige hacia el punto de abastecimiento con la finalidad de llenar su tanque de combustible parcialmente vacío y no con la finalidad de aumentar algunos galones. En la figura 17 se aprecia el indicador de combustible de camiones que fueron asignados a abastecimiento, en la 17.a. del camión C123 y 17.b. del camión 171.



Figura 17. Indicador de combustible

La figura 17 se muestran dos indicadores de combustible de dos camiones mineros que está en espera para abastecerse, el 17.a. muestra que el camión fue asignado a abastecimiento correctamente ya que su indicador de nivel de combustible analógico muestra e 30% del tanque lleno mientras que en la figura 17.b. la aguja indica que el vehículo aun esta con el tanque al 50%, por lo tanto, la asignación de este camión al abastecimiento es incorrecta y está en espera innecesariamente ocasionando demoras innecesarias, baja productividad y perjudicando a otros camiones que realmente necesitan abastecerse.

Para corroborar el mal funcionamiento entre el nivel de combustible digital (Dispatch) y el analógico se recopilo información del área de mantenimiento, obteniéndose reportes de trabajo que se muestran en el Apéndice 1 y del cual se obtuvo la siguiente información:

Tabla 6

Reporte de trabajo de Mantenimiento Programado

Reporte de Trabajo-PM			
Equipo	Turno	OT/Reserva	
CAT183	A	40009280850	
Mantenimiento Programado			
OT	Detalle del trabajo	Estado	Comentarios
40009280850	BO Cambio pernos soporte de cilindro de levante	Realizado	---
40009276306	Ramp Error de sensor de nivel de combustible / Eval. Cableado y sensor	Realizado	---
40009297540	Ramp Ev. Cable/ Sensor Temp Aceite Convertidor	Realizado	---
40009321298	AV CAT183 Parlante Motorola Suelto	Realizado	---
40009321300	AV CAT183 Demora Liberar Freno Parqueo	Realizado	---
40009321301	AV CAT183 Fug ACEI Sellos Mangus HYDS	Realizado	---
40009321302	Av Nivel combustible Malogrado	Realizado	---
40009334020	Bo Cat 183 CBIO HOSE Ret Car BBA Direc	Realizado	---

En la tabla 6 se muestra el reporte de trabajo del equipo CAT183, en el mantenimiento programado se muestra “error de sensor de nivel de combustible” y “cable malogrado en el nivel de combustible”, esto indicaría que realmente los sensores están en mal estado y que no se realiza un mantenimiento adecuado.

En la figura 18 se vuelve a confirmar los errores en los sensores del nivel de combustibles, los cuales mandan una señal incorrecta al Dispatch, este a su vez envía al camión al abastecimiento sin ser necesario, ocasionando esperas innecesarias.


Camion: C183			
Accion	Enviar Mensaje	Asignar a: Ninguna	
Estado Operativo	Razon OPERATIVO	Comentario -	
Ley ID: CV2663-400/DESM-6/06	Material Tipo: Desmonte	Panel ID: 951	
Asig. Fija Pala: Ninguna Botaderos: - Región: Ninguna	Restriccion - - -	TKPH Actual: 0.0 Max.: 1107.0 Tamano Vacio: 146.2	
Ubicacion Actual: Pala CF24 Siguiente: Botadero DDMSO-2782_01 Ultimo GPS: P20	Combustible Combustible Restante, Litres: 80 Tamano del Tanque, Litres: 1250 Porcentaje Restante: 6.4		

Figura 18. Fallas en los sensores de nivel combustibles. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En conclusión, existen diversas unidades que esperan ser abastecidas de combustible trayendo como consecuencia que el tiempo de atención aumente hasta 33.4 minutos cuando el promedio es de 17 minutos, además se observó en espera unidades que cuentan con suficiente combustible para realizar su turno normal, esto puede darse por un mal funcionamiento de los sensores de abastecimiento.

4.1.3. Cambio de turno

En minera a tajo abierto en la mayoría de los casos se trabaja en dos turnos, el turno diurno que empieza desde las 07:30 a 19:30 h y el turno nocturno de 19:30 a 7:30 h de la mañana del día siguiente (tabla 7).

El tiempo que toma esta actividad comienza desde que el operador deja el equipo en el que está trabajando y el nuevo operador de turno toma su posición, los operadores del turno entrante deben de ser comunicados sobre condiciones de la operación, eventualidades técnicas del equipo, y las vías habilitadas para efectuar el acarreo de material. Los operadores del turno saliente deben dejar los camiones en el lugar asignado para el estacionamiento y los operadores del turno entrante deben emprender el viaje a dicho lugar para hacer el cambio.

Tabla 7

Cambio de turno entrante

N°	ACTIVIDADES	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TIEMPO TOTAL
1	Llegada del bus del campamento	7:15	--	--
2	Cambio de vestimenta	7:15	7:40	00:25
3	Charlas y coordinaciones	07:30	07:50	00:20
4	Traslado de personal de campamento a lugar de trabajo	07:45	08:10	00:25
	Elaboración de IPERC			
3	Identificación y evaluación de riesgos	08:00	08:20	00:20
			TOTAL	01:30

Como se observa en la tabla 7, traslado de personal de campamento al lugar de trabajo que es en los parqueos de camiones en el cambio de turno de entrada y salida, el camión esta inoperativo alrededor de 30 minutos.

Tabla 8

Cambio de turno salida

N°	ACTIVIDADES	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TIEMPO TOTAL
1	Parada de equipo y desplazamiento a vestuario	07:30	07:45	00:15
2	Cambio de vestimenta del operador	07:45	08:00	00:15
3	Salida del bus a campamento	08:00	--	-
TOTAL				00:30

Las causas raíz identificadas en estas demoras corresponden a:

- Demora del personal en el vestuario.
- Tiempo excesivo en las charlas y coordinaciones operacionales.
- Demora camión parado esperando operador.
- Demoras en la inspección pre-operacional por el parte del operador.

4.1.4. Mantenimiento

El mantenimiento es un factor que determina el tiempo de vida de los equipos y la disponibilidad del mismo. La mina en estudio lleva el control de estado de todos sus los equipos (incluyendo de los equipos auxiliares que no tienen Dispatch, los cuales son alimentados manualmente a este sistema). Esta información es de vital importancia porque a partir de esta información se obtiene la disponibilidad, eficiencia y uso de activos de todos los equipos de mina con el fin de realizar la planificación del mantenimiento programado del equipo.

La empresa minera realiza principalmente dos tipos de mantenimientos: primero, el mantenimiento correctivo este se da después de ocurrida una falla y, segundo, el mantenimiento preventivo, el cual es programado y se realiza una revisión general del equipo para así prevenir paradas intempestivas, lo que genera pérdidas a la empresa.

Las causas raíz identificadas para estas demoras son:

- Equipo parado por espera de operador después del mantenimiento.
- Reincidencia de falla de equipos entregador por mantenimiento.
- Deficiente comunicación por parte del operador al mantenedor para la determinación de fallas.

La figura 19 muestra los cambios de estado de los camiones, cuando pasa de un estado mantenimiento a un estado de reserva y demora. Al observar las imágenes se percibe un problema en común, El operador demora en ser trasladado al camión de acarreo en tiempos muy elevados y luego de su inspección pre operacional se cambia a estado de operativo.

A continuación, se aprecia en figura 19.a. que luego del mantenimiento programado de 500 horas del Cat.160 se entregó a operaciones mina ingresando el estado de reserva por entregado por mantenimiento esperando 41 minutos para cambiar su estado a operativo, en 19.b. que luego del mantenimiento programado de 250 horas del Cat.179 se entregó a operaciones mina ingresando el estado de reserva por entregado por mantenimiento esperado 40 minutos para cambiar su estado a operativo.

Turno: 26-FEB-19 Noche

EQUIPO	ESTADO	TIPO EQUIPO	AUX?	EQUIPO	ELIM?
Camion C144	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C145	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C146	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C147	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C148	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C149	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C150	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C151	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C152	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C153	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C154	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C155	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C156	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C157	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C158	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C159	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C160	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C161	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C162	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C163	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C164	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C165	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI

STATUS CHANGES for Camion C160

HORA	ESTADO	CÓDIGO	RAZÓN	COMENTARIO	ELIM?	CATEGORÍA DE TIEMPO	CANTIDAD
19:30:00	Malogr	2800	WFR_M_PM	PM 500 HRS	ELIM		
04:28:21	Reserv	311	ENTREGADO POR		ELIM		

Turno: 22-FEB-19 Dia

EQUIPO	ESTADO	TIPO EQUIPO	AUX?	EQUIPO	ELIM?
Camion C166	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C167	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C168	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C169	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C170	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C171	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C172	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C173	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C174	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C175	SEGN	Cat-793D	NO	240.0	ELI
Camion C176	SEGN	Cat-793B	NO	240.0	ELI
Camion C177	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C178	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C179	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C180	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C181	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C182	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C183	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C184	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C185	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C186	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI
Camion C187	SEGN	Cat-793C	NO	240.0	ELI

STATUS CHANGES for Camion C179

HORA	ESTADO	CÓDIGO	RAZÓN	COMENTARIO	ELIM?	CATEGORÍA DE TIEMPO	CANTIDAD
07:30:00	Operat	280	OPERATIVO		ELIM	1.57	
09:03:55	Malogr	2800	WFR_M_PM	PM 250 HORAS	ELIM		1.90
11:03:00	Malogr	2829	WFR_M_SISTEDA	CRID MANIPULO SIST. LEVA	ELIM		6.42
17:28:30	Reserv	311	ENTREGADO POR		ELIM		
18:01:21	Operat	402	ENTREGADO POR		ELIM		0.12
18:06:59	Operat	280	OPERATIVO		ELIM	0.93	

Figura 19. CVE Utilería para cambio de estado de camiones y palas. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

La información de Indicador clave de rendimiento (Key Performance Indicator–KPI) de operaciones mina (productividad, tiempos de espera, velocidades, etc.) y de

Mantenimiento (MTBF, MTTR) son proporcionados para llevar a cabo la planificación minera.

En la tabla 9 y figura 20 se observa la eficiencia de flota, además muestra el tiempo total de inactividad sobre el número de fallas (MTTR) y el tiempo total de funcionamiento sobre el número de fallas (MTBME) según el equipo y modelo, el MTBME es mucho mayor que el MTTR, en la mayoría de los casos se logra alcanzar el “target” de disponibilidad.

Tabla 9

Disponibilidad MTD

Modelo	Cant.	Disponib.	Target Disp.	Eficiencia	MTTR	MTBME
Cargador 992	3	95,6	90,5	67,1	9,5	156,1
Cargador 994	3	91,8	88	71,7	2	19,2
Perforadora Acopco	5	92,3	89,5	33,7	2,7	15
Perforadora PV	12	91,7	89	53,7	2,2	20,2
Camion 789	4	100	89,1	0		
Camion 793	90	86,5	87,9	72,9	6,8	42,2
Camion 930	33	91,3	89,3	76,7	4	40,3
Cisterna	14	85	87,2	66	22,6	113,3
Camabaja	3	65	80,8	51,6	28,2	42,3
Tractor oruga	25	91,7	89,4	80,7	9	90,1
Tractor rueda	15	92,4	90	74,5	9,4	97,5
Excavadora	8	89,2	87,8	48,3	10,9	53,7
Retroexcavadora	4	95	89,6	24,9	14,2	71,3
Motoniveladora	10	81,7	86,9	55,5	14,6	47
Compactadora	5	96,6	91,6	14,6	7,2	33,6

Nota: Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

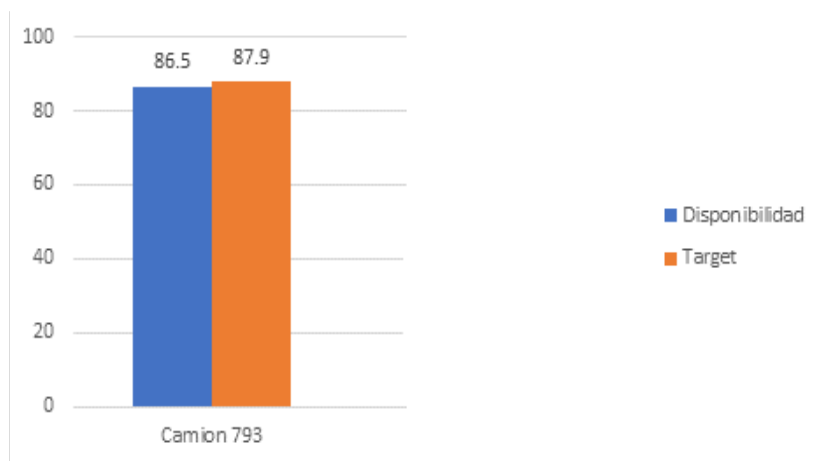


Figura 20. Disponibilidad Vs Target. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

Para la determinación de los KPI se utiliza la norma Glencore la que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

Fórmulas para hallar el KPI.

Tiempo Calendario (Tiempo en el cual el equipo está en el sistema)			
Tiempo disponible	Tiempo Operativo	Listo Productivo	CAT1
		Listo No Productivo	CAT2
	Detención y demoras operacionales	Detención Operacional	CAT3
		Demora Operacional	CAT6
	Reserva	Disponible	CAT7
		Cambio de Turno	CAT9
Tiempo Mantenimiento		Detención Programada	CAT4
		Detención no Programada	CAT5
		Sin Garantía	CAT8
Tiempo Total	CAT1+CAT2+CAT3+CAT4+CAT5+CAT6+CAT7+CAT8+CAT9		
Tiempo operativo	CAT1+CAT2		
Tiempo mantenimiento	CAT4+CAT5+CAT8		
Disponibilidad	(Tiempo total-tiempo mantenimiento) /tiempo total		
Disponibilidad	(CAT1+CAT2+CAT3+CAT6+CAT7+CAT9)/(CAT1+CAT2+CAT3+CAT4+CAT5+CAT6+CAT7+CAT8+CAT9)		
Tiempo disponible	(Tiempo total-tiempo mantenimiento)		

Disponibilidad	Tiempo disponible/tiempo total
Tiempo disponible	CAT1 + CAT2 +CAT3 + CAT6 + CAT7 +CAT9
Uso de disponibilidad	Tiempo operativo / tiempo disponible
Uso de disponibilidad	(CAT1 + CAT2)/ (CAT1 + CAT2 +CAT3 + CAT6 + CAT7 + CAT9)
Eficiencia de activos	TIEMPO OPERATIVO / TIEMPO TOTAL
Eficiencia de activos	(CAT1+ CAT2)/ (CAT1+ CAT2 + CAT3 + CAT4 + CAT5 + CAT6 + CAT7 + CAT8 + CAT9)
Utilización	Tiempo operativo / tiempo total
# Ocurrencias mantenimiento	# Eventos distintos detenciones programadas+ # eventos distintos detenciones no programadas
	# Eventos sin garantía (los eventos necesitan ser mayores a 300)
MTTR	Tiempo mantenimiento/ #ocurrencias mantenimiento
MTBME	Tiempo operativo/ #ocurrencias mantenimiento

Tabla 11

Porcentaje disponible y Porcentaje Utilización turno A

Unidad	Disponible (%)	Utilización (%)
Total, Camiones	91.2%	78.6%
Total, Cat-793 Kom	91.0%	81.3%
Cat – 789	100.0%	0.0%
Cat – 793	91.5%	80.8%
Komatsu	89.5%	83.0%
Cargadores	96.7%	86.5%
Cisternas	91.7%	71.0%
Motoniveladoras	87.9%	79.6%
Tractores Oruga	94.1%	92.8%
Tractores Rueda	93.2%	92.7%
Perforadoras PV	95.6%	56.7%

En la tabla 11 se observa el porcentaje disponible que es el tiempo en que el equipo está listo para ser usado y el porcentaje útil que deriva del porcentaje disponible, por

ejemplo, en el total de camiones el porcentaje disponible es de 91.2% y de este el 78.6% es el tiempo que se utilizó el equipo.

Tabla 12

Porcentaje disponible y porcentaje utilización turno B

Unidad	Disponible (%)	Utilización (%)
Total, camiones	86.8%	78.4%
Total, Cat-793 Kom	86.4%	81.3%
Cat - 789	100.0%	0.0%
Cat - 793	85.0%	81.3%
Komatsu	90.0%	81.1%
Cargadores	99.6%	93.2%
Cisternas	85.6%	67.5%
Motoniveladoras	100.0%	80.0%
Tractores oruga	92.0%	87.3%
Tractores rueda	99.0%	79.4%
Perforadoras PV	98.7%	30.4%

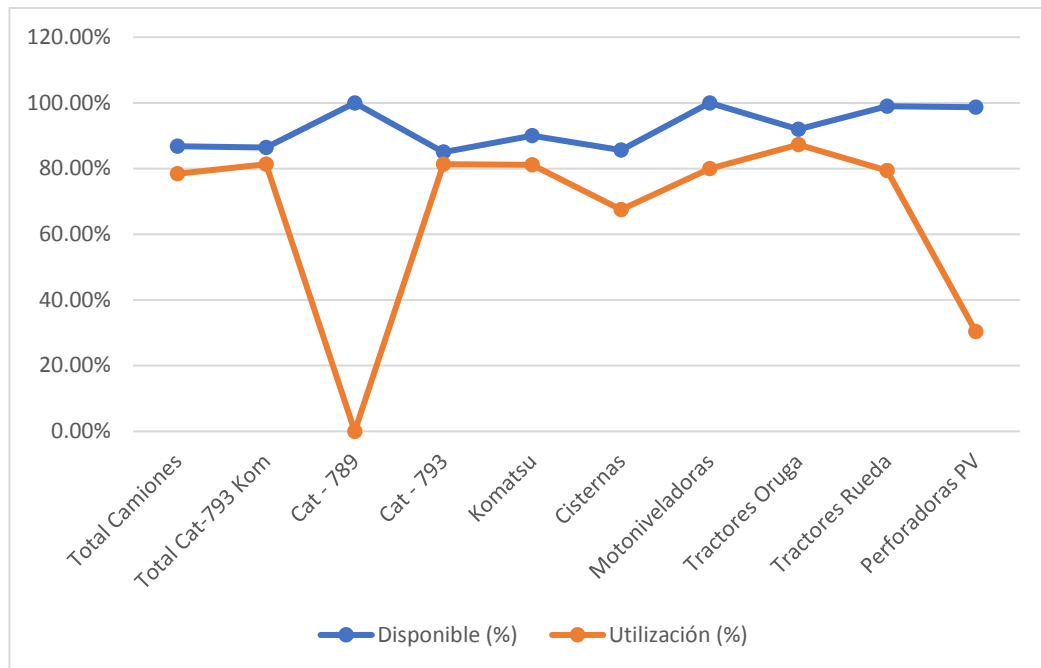


Figura 21. Porcentaje de útil vs porcentaje disponible. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En la figura 21 se observa que el porcentaje disponible es mayor que el porcentaje utilizado que en el mejor de los casos debería de estar cercano al 100% lo que es de 91.2% y de este el 78.6% es el tiempo que se utilizó el equipo

4.1.5. Estado de equipos

La tabla 13 se muestra los estados de equipos malogrados, para esto se observaron 10 camiones malogrados, de estos en la figura 22 se aprecia los sistemas de los equipos malogrados que registra sus datos para su top de fallas.

Tabla 13

Cantidad de equipos malogrados

		Malogrado			
Camiones	C109	C111	C141	C144	C178
	C180	C183	C193	C307	C322

Malogrado					
1500 - MNP_M_ESPERANDO TECN	1568 - MNP_M_CONJUNTO ASIEN	1662 - MNP_E_RPC	2802 - MPR_TRANSMISION		
1501 - MNP_M_NO ENCIENDE	1569 - MNP_M_APERTURA COMPL	1663 - MNP_E_SIST.DE TRANSF	2803 - MPR_M_CONVERTIDOR_TC		
1502 - MNP_M_MOTOR	1570 - MNP_M_PTO	1664 - MNP_E_CONVERTIDOR /	2804 - MPR_M_DIFERENCIAL		
1503 - MNP_M_SISTEMA HIDRAU	1571 - MNP_M_SISTEMA DE VIB	1665 - MNP_E_INVERSORES	2805 - MPR_M_SUSPENSION		
1504 - MNP_M_TRANSMISION	1572 - MNP_M_MAIN PUMP/DOBL	1666 - MNP_E_SUB-ESTACION	2806 - MPR_M_CUCHARON/BALDE		
1505 - MNP_M_SIST. ENFRIA/	1573 - MNP_M_GATAS DE APOYO	1667 - MNP_E_SWITCH HOUSE	2807 - MPR_M_SISTEMA DE GIR		
1506 - MNP_M_SISTEMA DE DIR	1574 - MNP_M_PULL DOWN / PU	1668 - MNP_E_CABLES DE ENER	2808 - MPR_M_SIST. LEVANTE(
1507 - MNP_M_CONVERTIDOR DE	1575 - MNP_M_CJA ROTAC/SHOC	1669 - MNP_E_DIPPER TRIP	2809 - MPR_M_SIST. PROPUL(P		
1508 - MNP_M_DIFERENCIAL	1576 - MNP_M_WINCHE	1670 - MNP_E_JOYSTICK	2810 - MPR_M_SISTEMA CROWD		
1509 - MNP_M_SUSPENSION	1577 - MNP_M_BOMBA AGUA PER	1671 - MNP_E_SWITCH HOUSE	2811 - MPR_M_MANDO FINAL		
1510 - MNP_M_AIRE ACONDICIO	1578 - MNP_M_CARRUSEL (BARR	1672 - MNP_E_SIST. PROFUNDI	2812 - MPR_M_TORRE/ESTRUCTU		
1511 - MNP_M_CABINA	1579 - MNP_M_LLAVE CAIMAN	1673 - MNP_E_ALTERNADOR PRI	2813 - MPR_M_INSPECCION PRE		
1512 - MNP_M_CUCHARON / BAL	1580 - MNP_M_LLAVE U	1674 - MNP_E_SISTEMA DE VIB	2814 - MPR_M_GETS		
1514 - MNP_M_SISTEMA DE GIR	1581 - MNP_M_ROD SUPPORT	1675 - MNP_E_GATAS DE APOYO	2815 - MPR_M_LLANTAS		
1515 - MNP_M_SIST. LEVANTE	1582 - MNP_M_SOPLAD./DUCT.E	1676 - MNP_E_PULL DOWN / PU	2816 - MPR_M_FRENOS/RUEDAS		
1516 - MNP_M_SIST. PROPUL(1600 - MNP_E_ESPERANDO TECN	1700 - MNP_M_GETS	2817 - MPR_M_TOLVA		
1517 - MNP_M_SISTEMA DE LUB	1601 - MNP_E_MODULOS DE CON	1701 - MNP_M_LLANTAS	2819 - MPR_M_CARRILERIA		
1518 - MNP_M_SISTEMA CROWD	1602 - MNP_E_TRIP / PROTECC	1702 - MNP_M_FRENOS / RUEDA	2821 - MPR_M_CHASIS/FRAME		
1519 - MNP_M_SISTEMA AIRE C	1603 - MNP_E_SISTEMA DE GIR	1704 - MNP_M_CABLE DE IZAR	2824 - MNP_LAVADO DE EQUIPO		
1520 - MNP_M_MANDO FINAL	1604 - MNP_E_SIST. LEVANTE	1705 - MNP_M_FILTRO TAPONAD	2826 - MPR_M_ESPERA RPTOS/C		
1521 - MNP_M_SISTEMA CONTRA	1605 - MNP_E_SIST. PROPUL(1706 - MNP_M_TOLVA	2827 - MPR_M_SISTEMA DE DIR		
1522 - MNP_M_SISTEMA DE REG	1606 - MNP_E_SISTEMA DE LUB	1707 - MNP_M_ESPEJO / VIDRI	2828 - MPR_M_INSP.MTTO.PRED		
1523 - MNP_M_TORRE / ESTRUC	1607 - MNP_E_SISTEMA CROWD	1708 - MNP_M_CARRILERIA	2829 - MPR_M_SISTEMA HIDRAU		
1524 - MNP_M_ACCIDENTE	1608 - MNP_E_PERDIDA DE FUE	1710 - MNP_M_MONTURAS SHIPF	2830 - MPR_M_SIST. AIRE COM		
1525 - MNP_M_ACTIVID. DE SE	1610 - MNP_E_ILUMINACION	1711 - MNP_FALTA DE COMBUST	2831 - MPR_M_SIST. LUBRICAC		
1530 - MNP_M_CHASIS / FRAME	1611 - MNP_E_ACTIVID. DE SE	1714 - MNP_DSS	2832 - MPR_M_TANQUE DE AGUA		
1536 - MNP_M_ESCALERAS	1614 - MNP_E_AIR SCRUB	1715 - MNP_DISPATCH / GPS	2836 - MPR_M_CABINA		
1560 - MNP_M_LAPIZ	1616 - MNP_E_SISTEMA AIRE C	1760 - MNP_RAMP / MEM	2837 - MPR_M_SISTEMA REGADI		
1561 - MNP_M_COLEC.POLV/AIR	1618 - MNP_E_TRANSFORMADOR	1761 - MNP_SISTEMA DE PESAJ	2844 - MPR_E_CABLES DE ENER		
1562 - MNP_M_IMPLEMENTOS /	1620 - MNP_E_AIRE ACONDICIO	1762 - MNP_TOOTH METRICS	2845 - MPR_E_INSPECCION DIE		
1563 - MNP_M_STICK / BOOM /	1621 - MNP_E_RADIO MOTOROLA	1763 - MNP_RADAR METRICS	2860 - MPR_M_CABLE DE IZAR		
1564 - MNP_M_DIPPER TRIP	1625 - MNP_E_ESCALERAS	1764 - MNP_SDR	2861 - MPR_M_STICK/BOOM/PLU		
1565 - MNP_M_PERDIDA DE FUE	1627 - MNP_E_SISTEMA CONTRA	1765 - MNP_SLOW_TRUCK	2862 - MPR_M_PIN/EJE/ART.CE		
1566 - MNP_M_SIST.COMBUSTIB	1660 - MNP_E_ACCIDENTE	2800 - MPR_M_PM	2863 - MPR_M_OVERHAUL/PARAD		
1567 - MNP_M_PIN / EJE / AR	1661 - MNP_E_SEÑALES DE ADV	2801 - MPR_M_MOTOR			

Figura 22. Registro de dispositivos de camiones de acarreo malogrados. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En la tabla 14 se observa la cantidad de equipos operativos, los cuales suman 34 camiones en el tiempo de refrigerio, en la figura 23 se especifica que acciones están realizando los equipos.

Tabla 14

Cantidad de equipos operativos

Operativo					
Camiones	C101	C102	C106	C110	C112
	C115	C122	C123	C25	C130
	C136	C137	C149	C151	C152
	C153	C150	C169	C171	C174
	C176	C177	C181	C185	C187
	C188	C191	C192	C305	C309
	C315	C316	C321	C336	

Operativo
0200 - OPERATIVO
0202 - TALUD FINAL
0203 - DROP CUT
0204 - BORDE EXTERIOR
0205 - RAMPA
0206 - BOLONES
0207 - ENTRENAMIENTO
0209 - TRABAJO EN VIAS
0211 - NO-PROD PROYECTO 1

Figura 23. Registro de estados operativos camiones de acarreo de mina operativos. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En la tabla 15 se observa la cantidad de equipos reserva, los cuales suman 66 camiones, esto se debe al tiempo de refrigerio ya que estos datos fueron tomados en el mes de diciembre, en la figura 24 se especifica los motivos por el cual están en reserva.

Tabla 15

Cantidad de equipos reserva

reserva					
Camiones	C103	C108	C116	C124	C133
	C134	C135	C138	C139	C142
	C146	C154	C159	C1062	C166
	C175	C179	C184	C189	C190
	C312	C313	C328		

Nota: Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

Figura 24. Registro de estados reserva camiones de acarreo de mina reserva. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de

Reserva
0300 - FALTA OPERADOR
0301 - CON OPERADOR A BORDO
0302 - DETENIDO POR DISPATC
0303 - CHARLAS COMUNICACION
0304 - VISITAS
0305 - CLIMA
0306 - CORTE DE ENERGIA
0307 - PALA NO DISPONIBLE
0308 - STOCKPILE LLENO
0309 - SIN MATERIAL
0310 - CHANCADO NO DISPONIB
0311 - ENTREGADO POR MTTO
0312 - DISPONIBLE NO REQUER
0313 - TORMENTA ELECTRICA
0314 - MEDIO AMBIENTE
0315 - FALTA MALLA DE PERFO
0316 - TRASLADO LARGO PALA
0317 - BOTADERO/STOCK NO DI
0318 - INESTABILIDAD DE TAL
0319 - ENTRENAMIENTO
0333 - TRASLADO LARGO PERFO

Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En la tabla 16 se observa la cantidad de equipos en estado demora, los cuales suman 35 camiones, mientras que en la figura 25 se especifica los motivos por el cual están en demora

Tabla 16
Cantidad de equipos demora

	C104	C105	C107	C113	C114
	C17	C118	C119	C120	C121
	C126	C127	C128	C129	C131
	C132	C140	C143	C145	C147
	C148	C150	C155	C156	C157
	C160	C161	C163	C164	C165
Camiones	C167	C168	C170	C172	C173

Nota: Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

Demora		
0400 - RECESO OPERADOR	0421 - CHUTE ATORADO	0441 - SOBRECARGA
0401 - REFRIGERIO	0422 - FAJA DETENIDA	0443 - OSINERGIN
0402 - INSPECCION OPERACION	0423 - PULL CORD	0444 - PESAJE
0403 - DEMORA EN PALA	0426 - CHANCADORA CON ACAMP	0445 - PARADO POR EQUIPO MI
0404 - LIMPIEZA DE PISO	0427 - DETECTOR DE METALES	0447 - RESETEO DE EQUIPO
0405 - TRASLADO CORTO PALA	0428 - CHANCADORA VACIA	0448 - EMERGENCIA
0406 - CHEQUEO DE UÑAS	0429 - DEMORA EN BOTADERO	0449 - LUBRICACION
0407 - SERVICIO PALAS	0430 - FALLA LUBRICACION	0450 - TOPOGRAFIA
0409 - TRABAJOS CON CABLE	0431 - ATORADO	0453 - RECARGA EN GARZA
0410 - SIN ENERGIA	0432 - CAMBIO LAINAS	0456 - RECESO POR FATIGA
0411 - TECNOLOGIA MINERA	0433 - LIMPIEZA DE TOLVA	0457 - REINDUCCION POR FATI
0413 - DISPARO	0434 - SERVICIO PERFORADORA	0461 - ARREGLO DE FRENTE
0414 - COMBUSTIBLE	0435 - AGUA PARA PERFORADOR	0468 - TRABAJOS EN EL FRENT
0416 - TRABAJOS EN LA RUTA	0436 - CAMBIO DE BROCAS	0469 - CHANCADO SECUNDARIO
0417 - CAMBIO DE OPERADOR	0437 - DESACOPLE DE BARRA	0472 - FALTA DE AGUA
0418 - DEMORA EN CHANCADO	0438 - LIMPIEZA DE POZO	0473 - UNA VIA
0419 - DETECCION CORTE EN F	0439 - CAMBIO DE TURNO	0474 - REFRIGERIO-OPERADOR
0420 - DESALINEAMIENTO DE F	0440 - PIEDRA BAJO LLANTA	

Figura 25. Registro de estados demoras camiones de acarreo de mina demora. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

4.1.5.1. Parada por equipo

En esta causa se identificaron demoras causado por:

- Carguío y sobre carga.
- Estado de accesos.
- Estado de las vías.

4.1.5.2. Carguío y sobrecarga

Un deficiente carguío o una sobrecarga también afecta de manera directa a los neumáticos ocasionando mayor presión en uno de los neumáticos, como se observa en la siguiente imagen donde una carga ladeada ocasiona que el camión se incline a un lado pudiendo ocasionar la ruptura del neumático.

Además, un camión sobrecargado requiere un esfuerzo mayor para trasladarse sobre todo en inclinaciones pronunciadas ocasionando que el material que lleva caiga a la vía y pueda incrustarse en los camiones que vienen atrás. (figura 26)



Figura 26. Carga inadecuada en el camión minero

El problema del carguío no se limita solo al daño de los neumáticos, sino también puede causar incidentes como el observado en la figura 27, en la cual un camión minero que se encuentra en la zona con una inclinación pronunciada se ha ladeado ocasionando que una de sus llantas delanteras quede totalmente al aire, lo que puede ocasionar un accidente debido a la inestabilidad en la que se encuentra el camión.



Figura 27. Incidente por inestabilidad de camión

En la figura 28 se observa un camión inoperativo, el motivo es la rotura del diferencial debido a fatiga, el cual llegó al límite de horas de trabajo. Otra causa determinante para estos problemas es el exceso de carga, el cual influye directamente en el diferencial y en los neumáticos, finalmente evidencia un mantenimiento inadecuado.



Figura 28. Rotura de diferencial de camión

En la mina en estudio se observa que los camiones llevan cargas mayores a lo establecido por la empresa, en el apéndice 2 se puede observar la cantidad de carguío por hora y por turno, algunas veces se observó que las cargas no estaban distribuidas homogéneamente, las cuales generaban un desgaste no uniforme del neumático y perjudica el control que lleva el especialista concerniente al desgaste del neumático según sus posiciones.

4.1.6. Estado de accesos

Es importante el cuidado de los neumáticos del camión minero, por el costo significativo pudiendo costar \$ 25,000.00 y la disponibilidad en el mercado. Hay que tener cuidado con los cortes en los neumáticos que son ocasionados por impactos de roca, las cuales pueden provenir por desprendimiento de rocas de los accesos (figura 29) o caída de material del mismo camión por un inadecuado carguío (figura 30).



Figura 29. Desprendimiento de rocas en los accesos de la mina



Figura 30. Caída de material de los camiones

4.1.6.1. Limpieza de vías

La incrustación de rocas se genera en su mayoría al cuadrar el camión donde hay piedras que se encuentran al pie del talud, esto se debe a que el operador de la pala realiza un deficiente carguío, ocasionando caída de piedras, otros motivos recurrentes se presentan cuando el camión llega a velocidades altas, realiza giros o frena bruscamente.

Otras de las causas son los cambios de velocidad del camión, lo que hace que el vehículo vibre, lo que ocasiona que caigan piedras en la vía. Asimismo, cuando los camiones se pegan demasiado a las bermas, se encuentran el material acumulado en las vías.



Figura 31. Daños ocasionados por incursión de rocas. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

En la figura 31 se observa la incrustación de rocas, que afectan directamente el tiempo de vida de los neumáticos, en la figura 32 se muestra algunos camiones que se encuentra inoperativos por motivo del rompimiento del neumático.



Figura 32. Neumáticos dañados en los camiones mineros. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

4.2. Control a implementar en la utilización de las flotas de acarreo

4.2.1. Refrigerio

Se propone rediseñar los puntos de la toma de refrigerio (figura 33) para reducir los tiempos no productivos, donde el operador posea todos los elementos necesarios a su alcance y no pierda tiempo en traslados innecesarios, asimismo se propone la implementación de comedores móviles ubicados estratégicamente en los parqueo de camiones norte y sur del tajo, además se asignará a los operadores un turno de refrigerio, y el supervisor mina coordinará con el concesionario cual informará a los operadores cuando ir refrigerar, siempre respetando su tiempo establecido.



Figura 33. Esquema de comedor móvil. Tomado de “Comedores Portátiles de 12 x 60” por Movilrent. 2019. Recuperado de <http://www.movilrent.com/comedores-moviles.html>

El costo de dos comedores móviles es de US\$150,000.00 Dólares.

Se propone el comedor móvil instalar en el parqueo de camiones de la zona norte y otro sur del tajo, disminuyendo el traslado del operador en 30min. Al comedor principal.

En el análisis de tiempos se tiene lo siguiente:

Tabla 17

Tiempos de refrigerio propuestos

N°	ACTIVIDADES	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TIEMPO TOTAL
1	Desplazamiento del personal hacia lugar de embarque	12:00	12:05	05 min
3	Inicio de almuerzo	12:05	12:50	45 min
5	Desplazamiento del personal hacia camión	12:50	12:55	05 min
			TOTAL	55 min

Al instalar un comedor móvil se evitan los traslados del personal desde el lugar de trabajo a comedor, evitando en total 30 minutos de tiempo muerto (tabla 17)

Tabla 18

Porcentajes en tiempos de refrigerio

Actividad	Tiempos (min)	Porcentaje
Tiempo de refrigerio	45.00	52.9%
Tiempo de traslados	10.00	47.1%
Total	85.00	100.0%

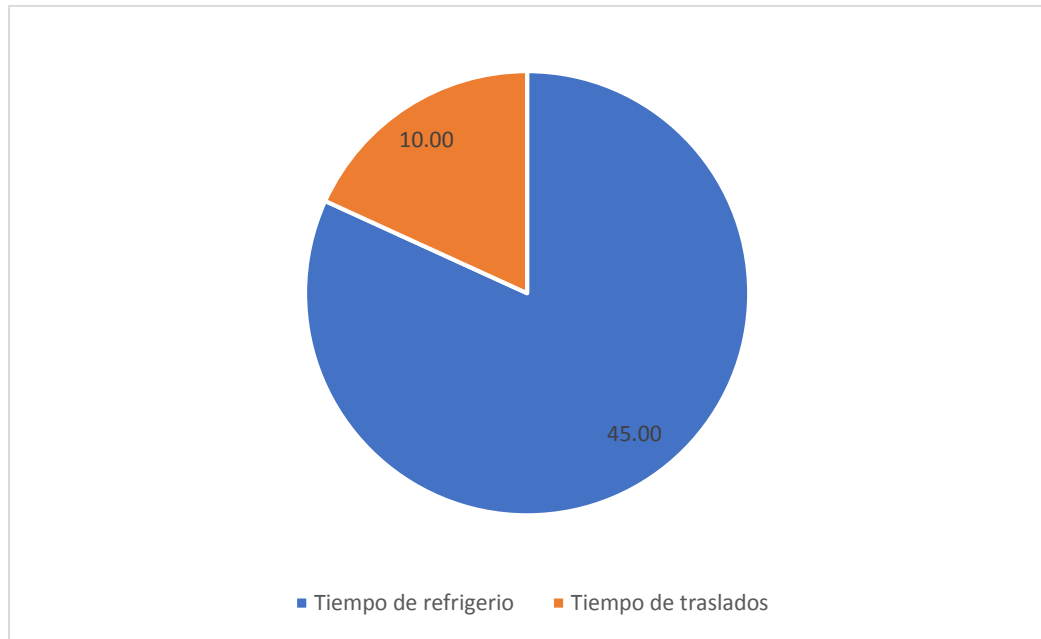


Figura 34. Porcentajes de uso de tiempo en refrigerios

Como se muestra en la tabla 18 y la figura 34 el tiempo de refrigerio es de 45 minutos y el de traslado es de 10 minutos en total, en porcentajes estos tiempos son el 82% y el 18% respectivamente. Con ello se logró reducir considerablemente el tiempo de traslados. En la figura 35 se observa un modelo de comedor móvil cotizado.



Figura 35. Comedor móvil cotizado.

Tabla 19

Costo operativo por camión

Costo operativo por camión US\$ 285.00 por hora.

Costo / hora US\$ 285.00				
	X 60	US\$		
Costo/ 0.5 hora=	\$ 142.5	Camiones	8550.00	Por turno.
			US\$	
	Día		17,100.00	
	Mes		US\$ 513,100.00	
	Costo total		US\$ 513,100.00	Por en 60 camiones

Según lo observado en la tabla 19, se considera 60 camiones que están en producción al momento de refrigerio y los otros 30 camiones estarán en estado de demora por refrigerio, estos operadores estarán luego reemplazando a otros 30 operadores y por último estos 30 operadores reemplazaran a los 30 restantes, lo cual se estará completando el tiempo de refrigerio. Los turnos serian primero de 11:45 horas a 12:30 horas, el segundo turno de 12:30 horas a 13:15 horas y el último turno de 13:15 horas a 14:00 horas.

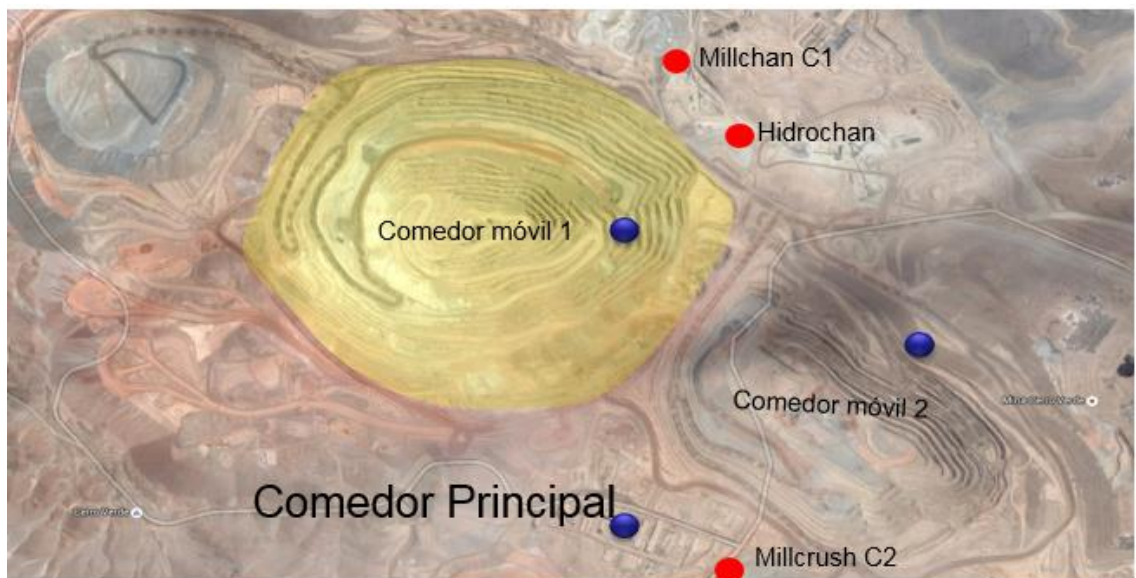


Figura 36. Ubicación de los comedores móviles.

En la figura 36 se observa la ubicación de comedor principal con una distancia de 1.3km hacía en comedor móvil 1 nivel y del comedor principal con una distancia de 1.1 km hacia el comedor móvil 2.

4.2.2. Abastecimiento de combustible

Realizado en análisis de las causas que provocan una inadecuada utilización de las flotas relacionado al abastecimiento de combustible se propone mejoras en la gestión del abastecimiento y los indicadores de combustibles

4.2.2.1. Gestión de abastecimiento

De acuerdo al análisis de las causas raíz se ha identificado la confiabilidad del sensor de nivel como factor fundamental de estas demoras.

Implementar un equipo multidisciplinario (Operaciones- Mantenimiento-proveedor del equipo) para analizar los factores que determinan la baja confiabilidad de este dispositivo, así como proponer soluciones inherentes a cada responsabilidad.

En relación a la congestión de camiones se propone un diagrama de flujo (Figura 37) para mejorar el abastecimiento de combustible a la vez realizar una asignación efectiva de los camiones mineros al grifo correspondiente. La mejora en el control consta de agregar la pregunta “¿Está ocupado por más de dos camiones?” en el programa del Dispatch, con el fin de realizar una mejor asignación al abastecimiento ya que se tendrá en cuenta si es que en el grifo existen camiones esperando, de no ser el caso el camión ira a abastecerse evitando así colas innecesarias.

Monitorear a los operadores que se auto designen para reforzar la importancia de la asignación dada por el Dispatch, Ya que acciones realizadas por el operador determinan recalcuulo del sistema y de toda la flota.

Figura 37 se ve el diagrama de flujo de abastecimiento de combustible.

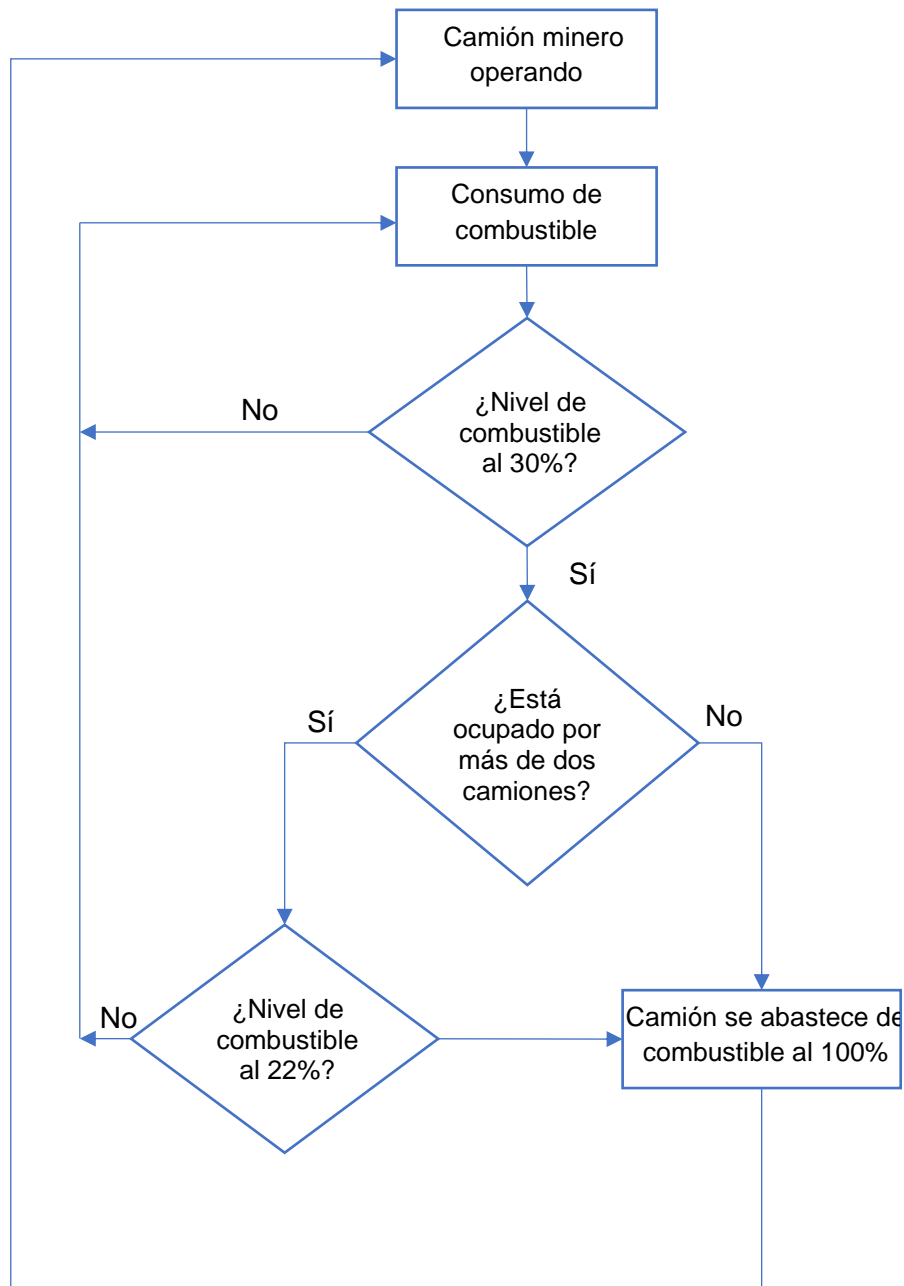


Figura 37. Diagrama de Pareto de demoras y detenciones

La asignación dependerá de la cantidad de combustible que posean los tanques, si el nivel de combustible está menos del 30% será asignado a la estación de servicio, además se tendrá en cuenta si existen camiones en espera, caso contrario continuará con el su ciclo de trabajo hasta que el nivel de combustible sea igual al 22%, donde el camión necesariamente será asignado al grifo sin importar que este se encuentre ocupado, con ello se busca disminuir las colas en el abastecimiento.

La asignación adecuada de los equipos al punto de abastecimiento permitirá maximizar la productividad y minimizar los costos operativos. Asimismo, se espera que la asignación de los camiones al grifo sea un proceso más sencillo y seguro, debido a las modificaciones en la forma usual de proceder. La optimización de la asignación de camiones al grifo busca lograr una mejor gestión de los recursos en función del objetivo que se consiguió.

Adicionalmente a esto, en los grifos se colocarán avisos para que el operador apague el motor al ser abastecido, los camiones deberán apagar su motor, si están en estado de espera o reserva, para que no esté en modo *ralentí*, es decir, para proteger el motor del desgaste de las piezas móviles y alargar la vida útil del equipo.

El fabricante recomienda al 20% abastecer de inmediato, pero se tiene antecedentes de que con ese porcentaje se apagaron en plena operación y afectando el acarreo de otros camiones.

Se reduce el tiempo de espera en 05 minutos. Por 45 camiones que ingresan por turno Se recupera 11 minutos aproximadamente. Y se puede aumentar la utilización de los camiones (tabla 20).

Tabla 20

Actividad de espera en grifo por camión

Actividad espera en grifo por camión	Tiempo
Camión esperando en grifo	16 minutos
Mejor tiempo de espera	(05 minutos)
Recuperación	11 minutos
Por Turno 45 camiones x 11minutos	8.25 horas
Por día	16.5 horas
Por mes	495 horas
Costo por hora \$285.00 x495 horas	\$ 141,075.00

4.2.2.2. Indicador de combustible

Se evidenció que uno de los problemas más recurrentes en el abastecimiento es la incorrecta señalización del porcentaje de tanque lleno, este trae como consecuencia que los camiones se abastezcan de combustible sin ser necesario este puede deberse a la falta

de precisión del indicador de combustible en la flota de acarreo. Se realizó un análisis de fallas encontrando varias causas (tabla 21)

Tabla 21

Análisis de cauda raíz.

Medidor de nivel de combustible	
Modo falla	Causas
Medidor pegado a full	Sensor malogrado.
	Conector desconectado
	Harnees corto circuito
	Vida útil sensor
	Tanque sucio
Medidor pegado a add	Sensor malogrado.
	Conector desconectado
	Harnees corto circuito
	Vida útil sensor
	Tanque sucio

En la actualidad solo se realizan mantenimientos correctivos a los sensores e indicadores, por ello se propone realizar mantenimientos preventivos y que se tenga gran énfasis en la revisión de los indicadores y que además pasen una prueba de calidad antes de que el equipo sea dirigido hacia el área de listos.

Las rutinas de mantenimiento preventivo a considerar respecto al indicador de gasolina inician con una inspección visual del medidor, así como de sus alrededores. Dentro de la inspección que se debe realizar está el revisar posibles fugas de combustible alrededor del medidor, revisar que no se encuentre mucha suciedad afuera del medidor, constatar que los sellos de calibración se encuentren en perfecto estado. De encontrarse alguna anomalía en las inspecciones, se deberá proceder a una revisión más detallada del sistema. Estas revisiones se realizarán con una frecuencia de una vez al mes, y deberán ser realizadas por personal capacitado y acreditado para realizar dicho trabajo. Se realizará también calibración del medidor

Además, durante cada cambio de turno el operador tendrá que revisar el nivel de combustible mostrado en el Dispatch y compararlo con el indicador analógico del camión minero y comprobar que estos indiquen los mismos valores

Con esto se busca obtener un dato preciso proporcionado por el indicador y evitar así esperas innecesarias en el punto de abastecimiento.

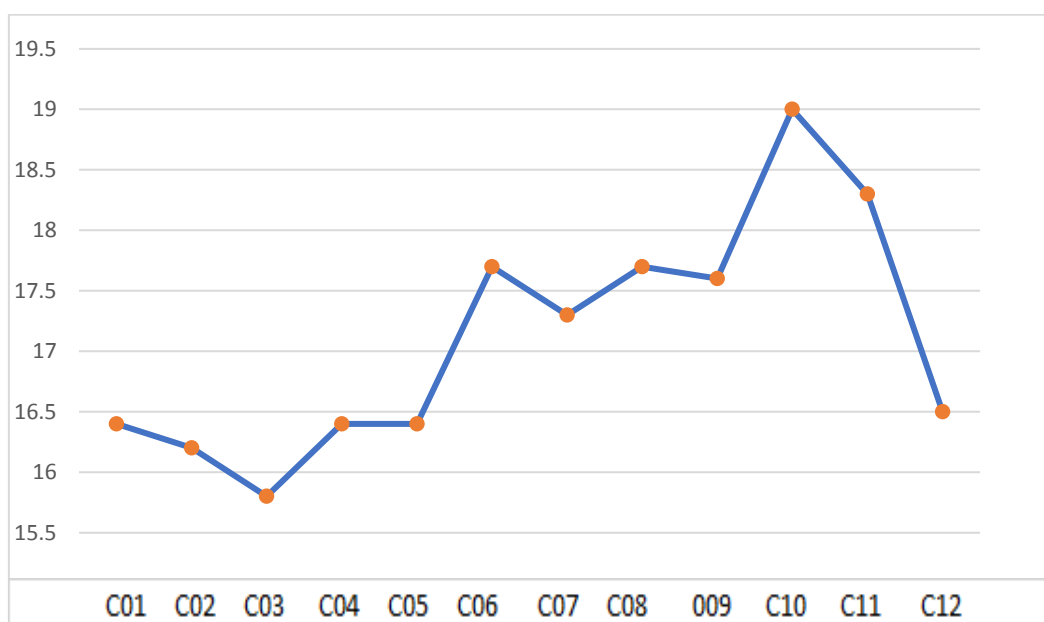


Figura 38. Tiempo promedio de atención mensual del 2018. Tomado de Dispatch Versión 2 [software de computadora], por Modular Mining Systems Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada | Mms S.R.L., Tucson, Estados Unidos.

Durante el 2018, el promedio de tiempo (Figura 38) que se demoró en abastecer combustible es de 17.10 minutos, en el camión c10 se observa 19.00 minutos siendo este el mayor promedio este tiempo es excesivo en comparación al tiempo normal de abastecimiento, se estandarizó a 17 minutos el abastecimiento.

4.2.3. Cambio de turno

En referencia a este punto se determinó que las mayores demoras se debe al personal del turno entrante.

El cambio de turno realizarlo en caliente es decir de operador a operador a nivel del piso. En un parqueo adecuado.

Cambio de turno salida

Tabla 22

Cambio de turno salida

N°	ACTIVIDADES	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TIEMPO TOTAL
1	Llegada del bus del campamento	7:15	--	--
2	Cambio de vestimenta	7:15	7:30	00:15
3	Traslado del personal al lugar de parqueo camiones	07:30	07:45	00:15
4	Elaboración de IPERC Identificación y evaluación de riesgos, y checklist	07:45	07:55	00:10
TOTAL				00:40

En el análisis de tiempo se obtiene que se ahorra un total de 15 minutos, en el traslado del personal al lugar de parqueo camiones que en un día de trabajo se traduce a 30 minutos por operador.

Además, el cambio de turno realizarlo en caliente es decir de operador a operador a nivel del piso. En parqueos adecuados.

Consideraciones:

Las bahías del cambio en caliente a nivel del piso tienen un solo sentido en sus dos carriles para los camiones.

El carril pegado a los puntos será el carril principal.

El otro carril será el auxiliar, el mismo que se será utilizado solo para salir de la bahía en caso que haya equipos a delante y que estén con una demora prolongada (figura 39).

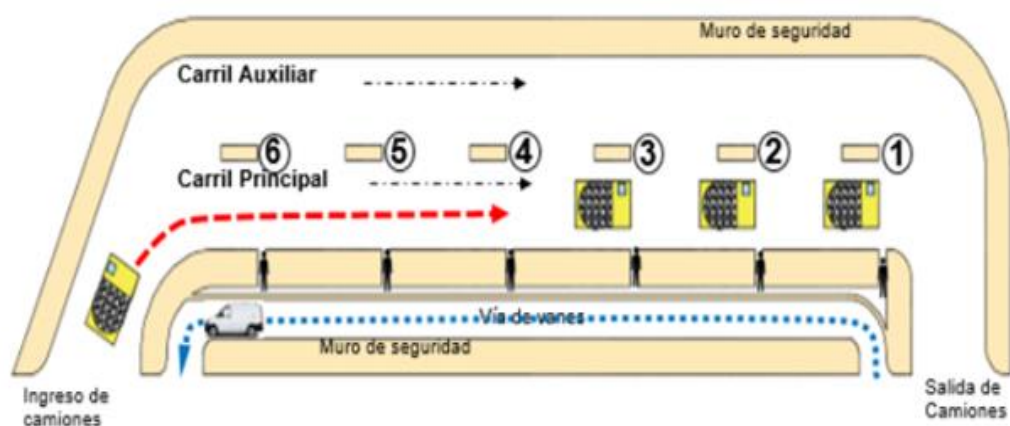


Figura 39. Diagrama de cambio de turno.

Tabla 23

Costo por hora				
Costo X hora US\$ 285.00				
Costo por 0.25	por 90			
hora =	\$ 71.25	Camiones	US\$ 6,412.50	Por turno.
		Día	US\$ 12,825.00	
		Mes	US\$ 384,750.00	
Costo total			US\$ 384,750.00	Por 90 camiones

El costo por hora se obtiene por pérdidas que se origina en la mina de estudio por tiempo improductivos, este valor fue dado por la mina en estudio para poder realizar el análisis de costos.

En el análisis de tiempo se obtiene que se ahorra un total de 15 minutos, que en un día de trabajo se traduce a 30 minutos por operador con un beneficio de \$ 384,750.00 dólares por 30 días.

Con respecto al tiempo usado en las coordinaciones en la inspección operativa se debe cumplir con los tiempos establecidos en 35 minutos en las actividades mencionadas. Recuperando (55 minutos)

4.2.4. Mantenimiento

Como se evidenció en el capítulo anterior, el estado de reserva por entregado por mantenimiento de los camiones de acarreo es un problema recurrente, pues se observó que no se realiza un aviso de anticipación de entrega de camiones de acarreo de manera óptima y esto genera que los estados de reserva y demoras se incrementen el tiempo.

Para esto, se propone realizar un programa de entregabilidad por mantenimiento.

4.2.4.1. Entregabilidad por Mantenimiento. -

Ante el incremento del tiempo del estado de reserva y demoras de la entrega de camiones de acarreo por mantenimiento programado y no programado se propone lo siguiente:

El área de mantenimiento mina anticipará con 15 minutos la operatividad avisando al supervisor de operaciones mina y/o a despacho mina, el cual trasladará al operador a su equipo dentro del tiempo establecido (tabla 24).

Tabla 24

Entregabilidad por el área de mantenimiento

Entregabilidad por el área de mantenimiento		
Tiempo de espera por operador	Entrega por turno	Tiempo
25min. Por camión	10 camiones	250min
Solicitar operador con anticipación		
5 min (Solo Pre Uso)	10 camiones	(50min.)
Recuperación por turno		200min
Recuperación por día		400min
Recuperación por Mes		200 hrs.
Costo/hora \$ 285.00 x 200 horas		\$ 57,000,00

Monitoreo de MTBE de mantenimiento y reuniones multidisciplinarias quincenales para analizar el KPI. Proporcionar una bitácora para el registrar las fallas e incidencias del equipo que debe ser entregada y analizada por personal de mantenimiento.

4.2.5. Parada por equipo

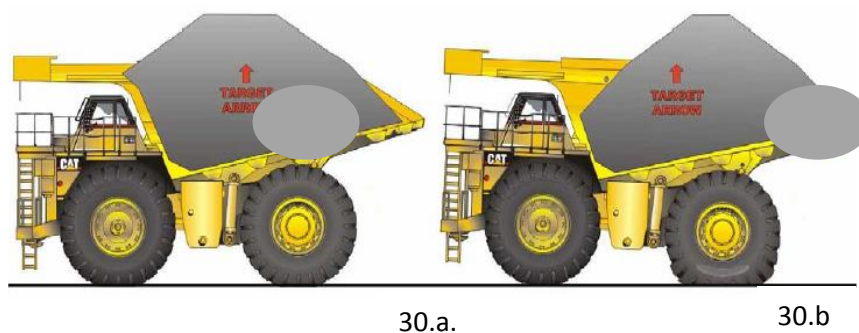
De acuerdo a las causas raíces identificadas se propone las siguientes mejoras.

4.2.5.1. Carguío y sobrecarga

Una incorrecta distribución de la carga está relacionada directamente con el desgaste de los neumáticos. Para evitar la sobrecarga y la mala disposición del carguío se debe realizar un adecuado paleo, es decir, el material trasladado por el camión debe estar bien ubicado para evitar que exista un sobrepeso en alguna de las llantas; esto es, la carga en el camión minero debe ir centrado tanto verticalmente como horizontalmente, disminuyendo la posibilidad de caída del material en las vías y desgaste excesivo de los neumáticos (Figura 40a-d). Para esto, se debe realizar capacitaciones mensuales a los operadores de pala, además el operador de debe tener en cuenta lo siguiente:

- El operador de la pala debe distribuir de manera homogénea la carga sobre el camión minero, no debe exceder su capacidad de carga de los camiones, puede fallas reducir la vida útil de los componentes como llantas, suspensiones y mandos finales.
- En caso de sobrecarga excesiva al camión se procederá a descargar en el mismo frente de carguío previa coordinación con el jefe de guardia y operador de pala, descargar solo el exceso, en caso de que la carga no esté centrada el operador del camión avisara al operador de la pala para que centre la carga.
- Los operadores de camión deberán de controlar su carga con ayuda su balanza.

A continuación, se aprecia la figura 40, en la que se ve la correcta carga del camión. En 40.a. hay una correcta carga en posición vertical, en 40.b. incorrecta carga en posición vertical, en 40.c. correcta carga en posición horizontal, mientras que en 40.d. se presenta una incorrecta carga en posición horizontal.



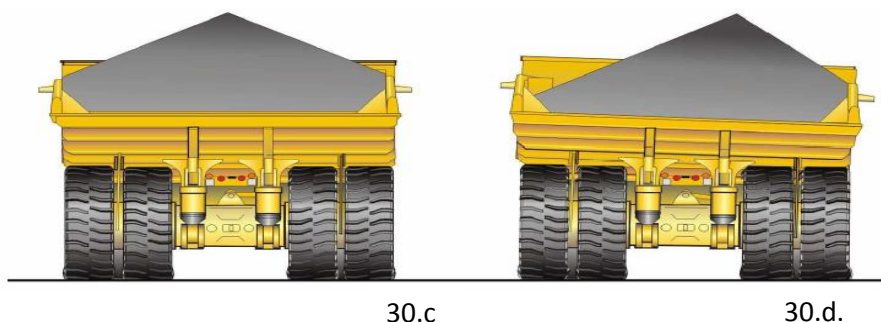


Figura 40. Correcta carga del camión. Adaptado de “Cuidado de los Neumáticos mineros”, por Neumatic, 2018, Santiago de Chile, Chile.

4.2.5.2. Estado de accesos

De la información obtenida en punto de observación 2, se observó que existe un gran problema con los neumáticos por incrustamiento de rocas a consecuencia de una carga incorrecta (caída de rocas en el haul road), lo que trae como consecuencia que pequeñas rocas quedan en la vía y luego se incrustan en los neumáticos. Todo esto causa rupturas a corto plazo, lo que conlleva a gastos para la empresa, ya que se debe adquirir nuevas llantas y cambiarlas sin que estas hayan ejercido su tiempo de vida útil.

Se propone lo siguiente:

- Implementar una vara metálica al operador con la cual podrá retirar las pequeñas rocas incrustadas en las llantas, para lo cual este tendrá que realizar revisiones a los neumáticos cada cambio de turno. De encontrar una roca, la retirará con la ayuda de esa vara metálica.
- Si se observa que el corte llega a las cuerdas de acero, informar al supervisor para programar al equipo para su respectivo cambio y reparación del neumático.
- Si el neumático presenta condiciones de riesgo, se coordinará el cambio inmediato.

4.2.5.3. Limpieza de vías

Se deberá realizar un mantenimiento en todo momento de las vías y con aviso del operador de camión de acarreo priorizar informar al supervisor y/o a los equipos auxiliares como motoniveladoras, tractor de ruedas, etc. de las condiciones subestándar de las vías

de acarreo. Esto tiene como objetivo mejorar el rendimiento de la flota de camiones y obtener mayor duración de vida útil de los neumáticos, suspensiones y su estructura.

4.3. Resultados

Con la propuesta del plan de control de utilización para flotas de acarreo de una mina a tajo abierto se obtuvo los siguientes resultados:

Tiempo ganado: Teniendo en cuenta todas las demoras que se hallaron y a las cuales se les dio solucionar se obtuvo el siguiente cuadro:

Tabla 25

Total de tiempos ganados

Tiempos ganados	
Actividad por turno y operador	tiempo
Refrigerio	30 min
Gestión de abastecimiento de combustible	11 min
Cambio de turno	15 min
Total	56 minutos

En total se logra recuperar 59 minutos por cada operador en un solo turno, la población total de los camiones Cat 793 son 90, es decir por toda la flota de acarreo lo lograra recuperar:

$$\text{Tiempo recuperado por flota} = \text{tiempo recuperado} \times \text{Numeros de camiones}$$

$$\text{Tiempo recuperado por flota} = 59 \text{ min} \times 90$$

$$\text{Tiempo recuperado por flota} = 5310 \text{ min}$$

En total se logró recuperar 5,310 min lo que equivale a 88.5 horas recuperadas por turno de una flota de 90 camiones, en un mes este valor seria 2,655 horas, a este se le

agrega el tiempo recuperado por mantenimiento que son en total 200 horas por turno, ascendiendo a la cantidad de 2855, para ambos turnos este valor seria 5710 horas recuperadas en total en un mes por flota.

En un turno de 12 horas y por operador logra ganar 59 minutos lo cual equivale al 8.19% de tiempo recuperado

Ganancias adquiridas: en cuanto a las ganancias adquiridas se describe en el siguiente cuadro:

Tabla 26

Ganancia por incremento de producción

Ganancias mensuales		
Actividad	Ganancia	Ganancia mensual por flota
Refrigerio	US\$ 513,100.00 en 60 camiones	US\$ 513,100.00
Abastecimiento de combustible	\$ 141,075.00 en 45 camiones	US\$ 141,075.00
Cambio de turno	US\$ 384,750.00 en 90 camiones	US\$ 384,750.00
Mantenimiento	\$ 57,000,00 en 10 camiones	US\$ 57,000,00
Total		US\$ 1,095,925.00

Capítulo V: Propuesta de Mejora

Plan de Control para Incrementar el Uso de la Flota de Acarreo de una Mina a Tajo Abierto

5.1. Propósito

El objetivo de la investigación es realizar propuestas para incrementar el uso de la flota de acarreo en una mina a tajo abierto, de acuerdo a los desafíos identificados en el capítulo anterior.

5.2. Alcance

El presente plan tendrá alcance en el área de acarreo de acuerdo a la criticidad de problemas identificados en el cuadro de Pareto.

5.3. Justificación

Se realizó un análisis de la situación actual, en la que se encontró varios desafíos a superar. Estos, en su mayoría, presentan pérdidas de tiempo en determinados momentos y muestran un uso ineficiente de la maquinaria ocasionado pérdidas a la empresa que deja de percibir ganancias durante el tiempo de inactividad laboral tanto del operador como de la maquinaria. Una óptima utilización de las flotas minimiza los tiempos de carguío y acarreo de mineral, además incrementará las actividades que se interrelacionen con el acarreo, por ello, se elaboró un plan de incremento de la utilización de la flota de acarreo el que garantizará un eficiente ciclo de extracción.

5.4. Plan de Control

Para implementar un plan de control en base a la presente investigación, nos basaremos en el modelo de mejora continua aplicando la metodología PHVA, mediante la planificación e implementación de mejoras, logrando de esa forma el aumento de producción por la reducción de tiempos muertos. Se eligió esta metodología por menor tiempo de implementación, baja inversión de implementación de la metodología y la adecuación para el tipo del problema presentado.

5.4.1. Ciclo PHVA

También conocido como Círculo de Deming, es una estrategia de mejora continua de la calidad desfragmentada en cuatro pasos: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

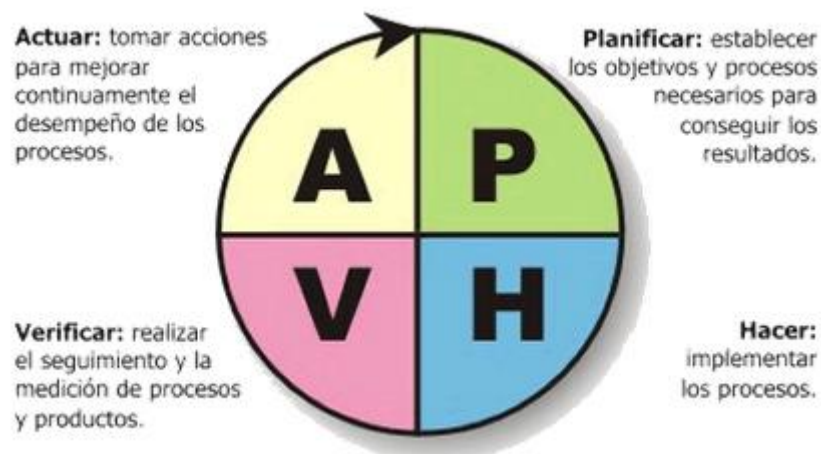


Figura 41. Diagrama de mejora continua. Adaptado de “Mejora continua de procesos”, por Merino V., 2018, Madrid, España.

5.4.2. Mejora Continua

La mejora continua es una estrategia de acción y utilización de recursos productividad de un proceso.

Herramientas de la metodología PHVA

- Diagrama de Pareto, en el cual se priorizó los problemas o las causas que generan la productividad del acarreo de mineral.
- Análisis de Causa Raíz, una vez identificados y priorizados las causas principales, se procedió a realizar el análisis de estas variables con sus factores o causas.

Con los resultados obtenidos, se procedió a diseñar un Plan de Control.

5.4.2.1. Planificar

Definir el Problema: se definió el problema de baja producción en los camiones de acarreo de camiones mineros.

Efectos del Problema

- Incumplimiento del plan de producción.
- Bajo uso de camiones mineros de acarreo
- Baja rentabilidad.

Objetivos

- Diseñar e Implementar un sistema de mejora continua en el Control de utilización de Flotas de Acarreo.
- Lograr el cumplimiento de los estándares requeridos por la empresa.
- Lograr el compromiso de los trabajadores con respecto a “mejora continua”, mediante la enseñanza de métodos de trabajo que facilitarán su labor.
- Realizar un seguimiento y control de las variables del proceso para asegurar una eficiente producción, y confiabilidad.
- Aumentar el nivel de mantenimiento de la flota de Acarreo.
- Asegurar la operatividad continua de los camiones de Flota de Acarreo.

Planes de Acción

- Plan de implementación de comedores móviles para la reducción de tiempos por traslado a refrigerios.

- Plan de mejora en la performance de los indicadores de combustible de camiones de acarreo, donde se involucre operaciones, mantenimiento y vendor.
- Plan de reforzamiento al personal operativo en el cumplimiento de normas respecto a tiempos y horarios.
- Plan de reforzamiento al personal operativo y de mantenimiento para en la comunicación efectiva.

5.4.2.2. Hacer

De acuerdo a los resultados, se logró una coordinación con los colaboradores y el compromiso de la alta dirección para la implementación de las mejoras propuestas.

- Adecuación y modificación de Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo (Matriz IPERC), donde se identificaron los peligros que afectan las acciones a realizar durante la ejecución del Programa de SST en los planes de acción propuestas.
- Implementación de reportes efectivos para la intervención de equipos en fallas presentadas.
- Implementación del Plan de motivación al personal operativo y de mantenimiento mediante talleres de trabajo de equipos efectivos y actividades colaborativas.

5.4.2.3. Verificar

Para la verificación tanto de las implementaciones como los resultados obtenidos se determinará indicadores de desempeño en:

Indicadores de gestión de mejora

- Productividad Hora Hombre
- Productividad Hora Máquina
- Productividad Total
- Eficiencia y Eficacia en tiempo de producción

Indicadores de Proceso

- Producción
- Índice de Mantenimiento Correctivo
- Cumplimiento del plan de capacitación
- Índice de clima laboral

5.4.2.4. Actuar

El Plan será evaluado con una matriz de seguimiento de acciones obtenidas por auditorías inopinadas que se realizarán y en algunos casos se tomarán acciones inmediatas, correctivas y/o preventivas según sea el caso, se llevará un histórico de las acciones tomadas y se realizará una reunión mensual donde se discutirán los temas y las acciones tomadas durante el intervalo de tiempo transcurrido.

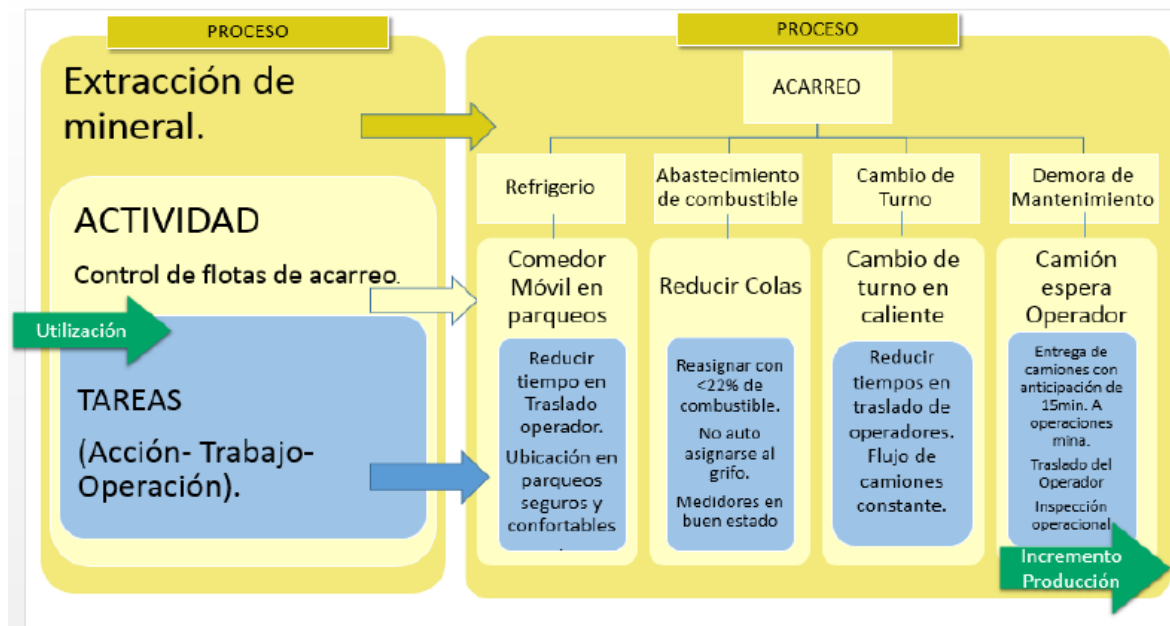


Figura 42. Organización por procesos

Conclusiones

PRIMERA: Teniendo en cuenta las actividades que están directamente relacionadas con la flota de acarreo, se determinó, describió y realizó un análisis global de los eventos que generan mayor demora en dicho proceso obteniendo que las demoras que afectan con mayor incidencia al uso de flota de acarreo es: el refrigerio con el 32.8% de frecuencia seguido de abastecimiento 23.8%, cambio de turno 9.7%, mantenimiento 7.0%, y parada por equipo 5.1%, los cuales son desafíos importantes que se pueden mejorar.

SEGUNDA: De acuerdo a la investigación realizada, las propuestas planteadas lograrán reducir los tiempos de demora del uso de la flota de acarreo. En las demoras en el refrigerio se planteó la implementación de dos comedores móviles ubicados en la zona norte y sur del tajo, con ello se logrará evitar traslados innecesarios consiguiendo la reducción de 30 minutos por equipo. Para el abastecimiento de combustible se plantea formar un equipo multidisciplinario para corregir los problemas presentados por los indicadores de nivel de combustible, además se plantea una mejora en la gestión de abastecimiento agregando al programa de Dispatch la pregunta “¿(el grifo) Está ocupado por más de dos camiones?” con ello el sistema tendrá en cuenta si existen camiones en espera a ser abastecidos, evitando así colas innecesarias y solamente irá a abastecerse en caso el nivel de combustible sea igual al 22%.. Para reducir las demoras en el cambio de turno se propone incidir en la visibilidad de la supervisión en campo de tal manera que se cumplan los tiempos asignados para cada tarea y no se incurran en tiempos adicionales que no agregan valor a las actividades operativas, logrando reducir estos tiempos en 15 minutos por cada ingreso de personal. Respecto a las demoras por mantenimiento con plan de entregabilidad se está reduciendo el tiempo de reserva de entregado de equipo.

TERCERA: Al diseñar un plan de control adecuado, se logrará incrementar el manejo de la flota de acarreo en un 8.19 %. Con estas mejoras se espera disminuir los tiempos muertos de producción que existe en el proceso de acarreo. El monto total calculado por incremento de producción podría llegar a US\$ 1, 095,925.00 de dólares. Este plan de control propuesto será un precedente para otras investigaciones, en diferentes unidades mineras que presenten dificultades similares a las presentadas en esta investigación.

Recomendaciones

- PRIMERA: Una vez aplicadas las mejoras, es necesario el seguimiento de los planes propuestos para asegurar las reducciones de tiempos muertos en cada actividad, los datos obtenidos en el estudio de tiempos antes de la mejora y los datos obtenidos en el estudio de tiempos después de la mejora, con ello se logrará realizar una comparación efectiva y tomar medidas correctivas de ser el caso.
- SEGUNDA: Se debe continuar analizando las operaciones para identificar otras variables que afecten el desempeño de flotas de acarreo, y realizar las correcciones pertinentes según la deficiencia encontrada. Además, para que el plan sea efectivo deberá implementarse gradualmente para que los operadores puedan adecuarse a él con la curva de aprendizaje.
- TERCERA: Se recomienda repotenciar el uso del Dispatch con el enlazamiento con otros sistemas de control operativo usados por la mina como es el Ramp Mem, Tooth metrics y DSS, mejorando aún más el desempeño de la gestión de flotas.

Referencias Bibliográficas

- Alva, R. (2006). *Optimización del Sistema de carguio y acarreo en Comarsa*. Trujillo, Perú: Congreso Nacional de minería .
- Antamina. (2015). *Planeamiento de minado en Compañía Minera Antamina*. Lima, Perú.
- Arranas, A. (21 de noviembre de 2014). *Proceso de extracción de minerales*. Obtenido de <https://www.slideserve.com/elijah-england/procesos-de-extracci-n-de-minerales>
- Camiper. (2017). *Terminos basicos mineros*. Lima: Camara minero del Perú.
- Canturin, R., & Siucho, R. (2004). *Aplicación de Métodos de Productividad en las Operaciones de Equipos de Movimiento de Tierras*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas .
- Cerro Verde. (2018). *Resumen Trimestral - marzo*. Arequipa, Perú.
- Del Corral, J. (2016). *Diseño y Construcción de Caminos Mineros*. Lima, Perú: PeruConstruye.
- El Comercio. (16 de enero de 2019). *Inversión minera sumó US\$4.181 millones entre enero y noviembre del 2018*. Obtenido de El comercio: <https://elcomercio.pe/economia/peru/inversion-minera-sumo-us-4-181-millones-periodo-enero-noviembre-2019-noticia-nndc-598327>
- Freeport McMoran. (2014). *Equipos para contrarestar la fatiga*.
- Gómez, S. (2013). *Dimensionamiento Óptimo De Flotas de Equipos para Proyectos de Movimiento de Tierras*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 2^o edición Mc Graw. Mexico: Mc Graw.
- López, F. (1997). *Morfología derivada de la minería a cielo abierto en la Sierra de Cartagena*. Madrid: Universidad Complutense.
- MotionMetrics. (2018 de noviembre de 2018). *Motion Metrics News*. Obtenido de A New Milestone: Motion Metrics Detects 200th Missing Tooth: <http://www.motionmetrics.com/past-events/a-new-milestone-motion-metrics-detects-200th-missing-tooth/>
- Neumatic. (2018). *Cuidado de los Neumaticos mineros*. Santiago de Chile.

- OMS. (16 de febrero de 2018). *Obesidad y sobrepeso*. Obtenido de Datos y cifras: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Saldaña, A. (2013). *Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el Tajo Chaquicocha Bajo Clima Severo – Minera Yanacocha*. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura.
- SGM. (22 de marzo de 2017). *Yacimientos minerales*. Obtenido de https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Yacimientos-minerales.html
- SM. (2007). *Modular Mining Systems Inc*. Lima, Perú: SM.
- Yanacocha. (s.f.). *Yanacocha*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de Proceso de producción : <http://www.yanacocha.com/proceso-de-produccion/>
- Yoshitake, H. (1978). *Three characteristic patterns of subjective fatigue symptoms*. Ergonomics.
- Yoza, A. (2010). *Gestion de vias en Proyectos Open Pit*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

Apéndices

Sensores de combustibles averiados.

REPORTE DE TRABAJO-PM												
EQUIPO	HOROMETRO	OT / RESERVA	TURNOS	REPORTE DE TRABAJOS "ESTADO"								
CAT183	36753	400009280850	A	Realizado	Backlogs y/o Correctivo completo							
				Reprogramado	Especificar por falta recurso, repuesto							
FECHA	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA FIN	Seguimiento	Monitoreo de condiciones, Indicar Nivel							
05.12.2018	11:10	06-12-18	03:30a	Anular OT	Mala descripción y/o mal reporte							
CONSUMO DE ACEITES - GRASAS - REFRIGERANTE - FILTROS D												
Motor (75)	Hidraul(240)	Transm(75)	Direcc(75)	MFI	MFD	Difer(240)	RDD(6)	RDI (6)	G	Refrige	FP	FS
75		75					6	6				
MANTENIMIENTO PROGRAMADO:												
OT	DETALLE DEL TRABAJO	ESTADO	COMENTARIOS									
400009280850	SERVICIO MITO. MECANICO 1000 HRS CAT793	Realizado										
400009280850	INSP TORQUE PERNOS SOPORT CILIN LEVAN	Realizado										
400009280850	BO MEDICION JUEGO PTO	Realizado										
400009280850	BO DIALIZADO ACEITE HIDRAULICO	Realizado										
400009280850	BO DIALIZADO ACEITE DIFERENCIAL	Realizado										
400009280850	CAMBIO DE FILTROS DE AIRE PRIMARIO	Realizado										
400009280850	BO INDICAR ESTADO NUMERACION TOLVA DEL EQUIPO, SI ESTA MAL ESTADO CAMBIAR	Realizado										
400009280850	BO LIMPIEZA Y ENGRASE DE CADENA CAMBIO EN CALIENTE	Realizado										
400009280850	BO HERMETIZACION DE CABINA	Realizado										
400009280850	BO VERIFICAR E INDICAR ESTADO DE LIMPIA PARABRISAS (MOTOR, PLUMILLAS, BOMBA ETC). DE REQUERIR RPTO. SOLICITAR HOJA BALCKLOG	Realizado	PRIORIDAD/CAMPAÑA									
400009280850	BO CAMBIO PERNOS SOPORTE DE CILINDRO DE LEVANTE	Realizado	PRIORIDAD/CAMPAÑA									
OT 400009276306	RAMP ERROR DE SENSOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE/EVAL. CABLEADO Y SENSOR	Realizado	PROBLEMA CON SENSOR									
400009297540	RAMP EV.CABLE/SENSOR TEMP ACEITE CONVERTIDOR	Realizado	PROBLEMA CON SENSOR									
400009321298	AV CAT183 PARLANTE MOTOROLA SUELTO	Realizado										
400009321300	AV CAT183 DEMORA LIBERAR FRENO PARQUEO	Corrección										
400009321301	AV CAT183 FUG ACEI SELLOS MANGUS HYDS	Corrección										
400009321302	AV CAT183 NIVEL COMBUSTIBLE MALGRADO	Realizado										
400009334020	BO CAT183 CBIO HOSE RET CARC BBA DIREC	Realizado										
400009334021	BO CAT183 HERMETIZAR PARTE POST CABINA	Realizado										
400009334022	BO CAT183 CAMBIO RUBBER ESCALERA AUX	Realizado										
400009334023	BO CAT183 EXT PERNO ROTO MANIFOLD DIREC	Realizado										
400009334026	BO CAT183 CBIO INYECTOR GRASA BANCO LH	Realizado										
400009334027	BO CAT183 CBIO HOSE LIBER FRENO PARQUEO	Realizado										
400009334028	BO CAT183 INSTALAR PERNO GANCHO TOLVA	Realizado										
400009334030	BO CAT183 CALIBRAR PIN ARM CENTER	Corrección										
400009336762	BO CAT183 INST VIDRIO LEXAN LH CAB OPERA	Realizado	PRIORIDAD/CAMPAÑA									
400008993397	BO CAT183 REPOSICION DE BARRETILLA	Realizado										

Apéndice 1

DEMORAS POR ESTADO

combustible

TURNO
Noche

24-Jan-2019

CAMION	#	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO (HRS)	TIEMPO (MIN)	UBIC ACTUAL
C103	2	05:24:30	05:37:42	0.22	13.2	-
C104	1	21:32:55	21:45:30	0.21	12.6	-
C108	1	01:33:48	01:55:25	0.36	21.6	-
C114	1	19:44:25	19:59:30	0.25	15.1	-
C116	1	06:28:56	06:44:31	0.26	15.58	PQ_DEP15
C119	1	22:20:31	00:13:19	1.88	112.8	-
C121	1	22:36:36	22:54:05	0.29	17.5	-
C124	1	04:14:05	04:34:17	0.34	20.2	-
C125	1	03:39:15	03:57:51	0.31	18.6	-
C126	1	22:23:43	22:40:18	0.28	16.6	-
C127	1	02:17:30	02:31:29	0.23	14.0	-
C128	1	05:01:48	05:20:32	0.31	18.73	-
C130	1	05:59:50	06:14:32	0.25	14.7	-
C131	1	22:28:06	22:41:47	0.23	13.7	-
C135	1	02:05:10	02:24:08	0.32	19.0	-
C136	1	23:43:21	23:57:09	0.23	13.8	-
C137	1	05:33:00	05:45:42	0.21	12.7	-
C138	1	04:57:38	05:10:41	0.22	13.1	-
C145	1	20:28:23	20:41:44	0.22	13.4	-
C146	1	01:11:38	01:27:35	0.27	16.0	-
C147	1	04:11:41	04:31:26	0.33	19.8	-
C149	1	21:47:52	22:00:02	0.20	12.2	-
C150	1	01:29:09	01:45:46	0.28	16.6	-
C154	1	20:21:32	20:36:30	0.25	15.0	-
C156	2	20:15:23	20:36:41	0.36	21.3	PQ_MALOGRADOS
C157	1	05:42:45	05:55:46	0.22	13.0	PQ_MALOGRADOS
C164	1	05:37:05	05:59:06	0.37	22.0	-
C165	1	00:13:36	00:27:31	0.23	13.9	-
C166	1	21:58:50	22:10:34	0.20	11.7	-
C170	1	22:13:22	22:25:26	0.20	12.1	-
C171	1	20:08:25	20:24:13	0.26	15.8	-
C172	1	21:57:25	22:16:35	0.32	19.2	PQ_MALOGRADOS
C175	2	03:51:47	04:28:37	0.44	26.5	-
C176	1	02:40:24	02:57:19	0.28	16.9	-
C181	1	23:04:37	23:19:48	0.25	15.2	-
C183	1	02:18:52	02:36:11	0.29	17.3	PQ_SR6
C184	1	04:57:34	05:10:19	0.21	12.75	-
C185	1	21:21:20	21:41:04	0.33	19.7	-
C189	1	21:18:27	21:31:40	0.22	13.2	-
C191	1	06:06:15	06:19:44	0.22	13.5	-
C302	1	23:13:01	23:28:20	0.26	15.3	-
C304	1	06:41:53	06:54:35	0.21	12.7	-
C306	1	23:13:44	23:30:43	0.28	17.0	-
C307	1	06:11:23	06:29:59	0.31	18.6	-
C308	2	03:47:16	04:09:55	0.38	22.7	-
C309	1	02:45:44	03:01:09	0.26	15.4	-
C311	1	00:33:23	00:49:13	0.26	15.8	-
C312	1	02:56:58	03:14:17	0.29	17.3	-
C313	1	20:10:24	20:24:03	0.23	13.7	-
C314	1	21:01:27	21:15:40	0.24	14.2	PQ_MALOGRADOS
C317	1	03:30:00	03:44:53	0.25	14.9	-
C318	1	05:24:29	05:41:35	0.28	17.1	-
C320	1	04:44:35	04:58:26	0.23	13.9	-
C322	1	06:03:05	06:12:59	0.17	9.9	-
C323	3	06:36:04	06:49:58	0.22	13.0	-
C324	1	06:21:43	06:34:34	0.21	12.9	-
C325	1	01:27:01	01:41:38	0.24	14.6	PQ_SR6
C328	1	23:34:17	23:51:50	0.29	17.6	-
C329	1	02:54:16	03:12:27	0.30	18.2	PQ_MALOGRADOS
C330	1	23:45:24	00:05:29	0.33	20.1	-
C331	1	22:46:07	23:04:45	0.31	18.6	PQ_LISTOS
C332	1	23:30:25	23:44:13	0.23	13.8	-
C334	1	19:30:00	19:33:19	0.06	3.3	-

CISTERNA	#	HORA INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN (HRS)	JURACIÓN (MIN.)
CC36	1	04:19:04	04:27:53	0.15	8.82
CC38	1	04:05:07	04:20:44	0.26	15.62
CC39	1	04:01:53	04:08:15	0.11	6.37
CC40	1	02:03:20	02:11:55	0.14	8.58
CC49	1	05:32:24	05:52:19	0.33	19.92
CC54	1	05:46:28	06:01:59	0.26	15.52
CC55	1	03:43:32	03:55:21	0.20	11.82

Demora Promedio (Min)

CAMIONES	CISTERNAS	PALAS
17.31	12.38	
18.19		

[illegible]

Apéndice 2

Carguío hora por hora turno día

Pala	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	Total
CF24	735	1,960	858	1,715	735	490	1,960	613	490	490	1,715	613	15,925
CF25	980	980	1,715	735	408	1,470	613	368	1,470	245	1,715		15,190
P06	1,470	3,430	2,940	2,450	245	1,470	2,695	2,205	3,185	2,205	3,430	858	27,440
P07	3,430	1,715	1,225	1,470	490	1,593	1,593	2,205	368				20,335
P09	1,225	1,225	1,103	1,348	490		245	1,103	858	368	1,103	1,470	19,355
P10	3,430	980	245	613	980	735	898	2,695	1,103	3,185	1,593		21,805
P11	1,715	1,225	1,348	2,450			1,470	3,185	1,715	2,205	3,185	980	24,745
P12	245	626	898	1,017	1,960	1,960			1,135	273	1,988	1,103	24,505
P14	490	817	1,225	980	1,103	980		1,470	1,715	980	980	245	17,885
P15					1,988	1,543	1,090	681	1,480	1,880	1,617	745	33,755
P16							2,370	1,580	668		545	1,090	10,435
P17	5,830	6,050	4,305	2,425	4,795	1,880	4,360	5,315	2,263	4,715	4,990	1,595	56,685
P18	1,260	2,848	2,425	2,915	4,305	4,305	1,308	1,253	1,243	5,530	1,308		47,020
P19		1,825	1,717	988	1,853	1,662	940		735	2,015	2,015	490	29,990
P20	4,660	5,095	5,370	4,280	3,025	4,875	4,905	5,235	4,635	4,960	5,290	1,513	55,355
P21	3,420	2,465	1,825	2,848	3,228	1,943	1,398	763	1,725	1,762	1,580	1,893	61,455
Total	40,745	43,495	44,505	44,560	39,765	38,675	37,070	36,335	43,280	41,730	47,505	24,215	481,880

Fuente: Elaboración propia

Carguío hora por hora turno noche

Pala	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30	0:30	1:30	2:30	3:30	4:30	5:30	6:30	Total
CF24	735	490	245		2,205	1,470	1,470	735	490	858	490	490	12,250
CF25	735	490	245	858	613	735	1,715	735	735	858	368	327	13,475
P06	2,450	2,940	2,205	1,960	1,715		1,470	3,430	2,940	3,430	3,185	1,225	28,175
P07	735	3,185	2,940	2,450	3,675	735		1,225	2,450	1,348	1,715	858	25,970
P09	245	735	490	1,103	858	980	1,225	858	490	2,205	1,715	408	18,375
P10	1,225		245										1,470
P11	2,940	3,185	3,430	3,185	3,185	1,103	245	490	2,695	2,695	4,655	1,225	31,360

P12	1,143	1,317	974	953	1,868	2,058	1,758	1,762	1,453	1,753	1,435	872	47,325
P14	858	858	980	735	735	735	1,225	1,960	1,470	1,715	858	245	16,905
P15	1,735	2,900	2,070	2,848	2,398	4,360	1,562	1,643	1,825	2,425	3,815	1,153	55,385
P16	1,072	1,758	1,543	1,390	3,050	2,725	998	2,805	2,860	1,308	1,135	672	36,610
P17	5,670	1,650	4,525	2,970	3,680	1,868	1,895	3,435	2,330	1,353	1,880	1,145	44,730
P18		300	4,250	3,815	3,705	3,350	980	2,615	2,805	4,195	3,680	1,635	35,770
P19	980	3,920	1,158	3,920	2,940	1,470	1,225	2,205	1,103	980	1,648	835	33,105
P20	4,825	3,013	3,790	1,813	2,345	3,925	1,990	3,380	4,525	3,950	3,515	1,353	48,300
P21	1,617	3,310	1,517	1,625	5,775	4,930	1,280	2,343	1,525	4,250	1,407	1,235	55,350
Total	41,160	46,170	44,590	43,525	46,825	37,920	32,820	41,100	43,170	48,290	45,920	33,065	504,555

Apéndice 3

22/03/19 19:29:28

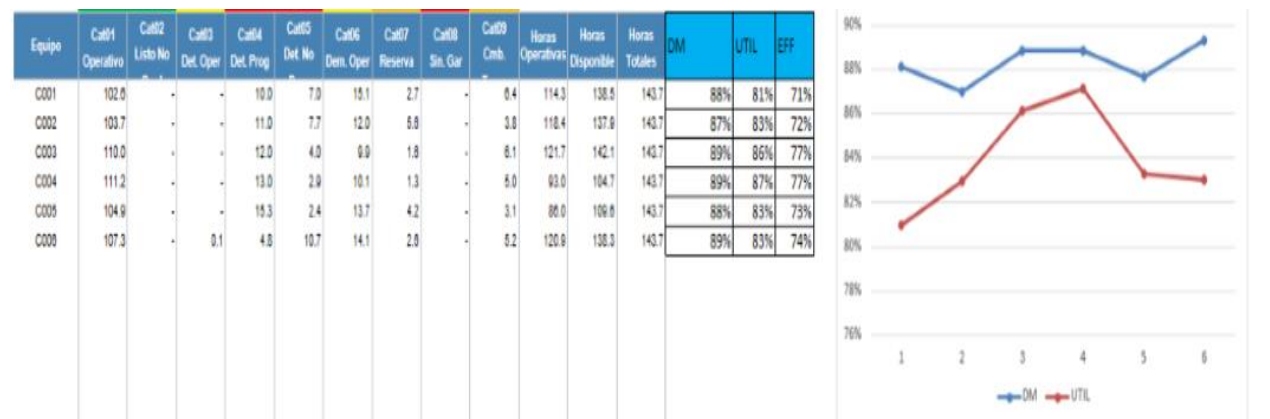
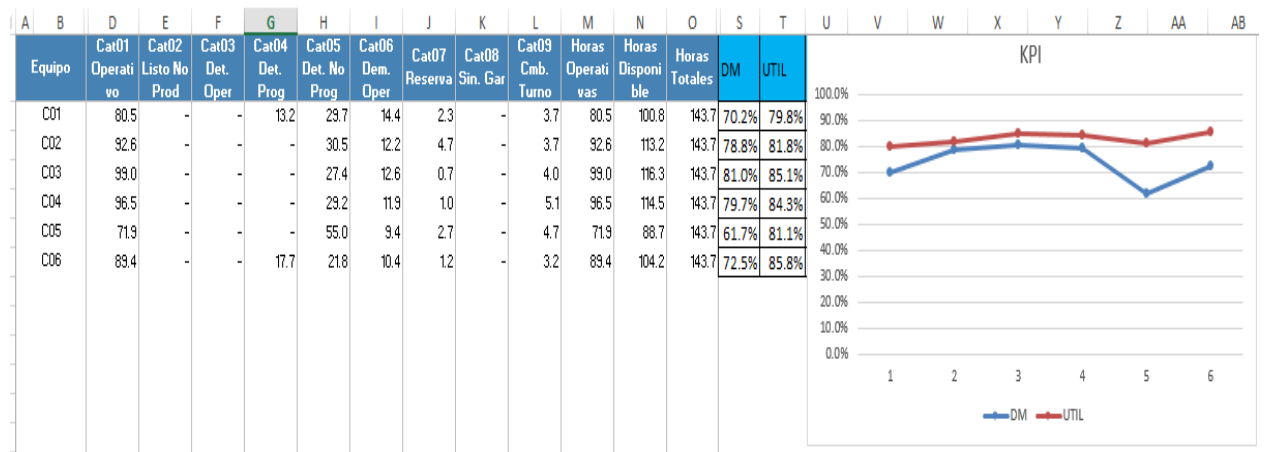
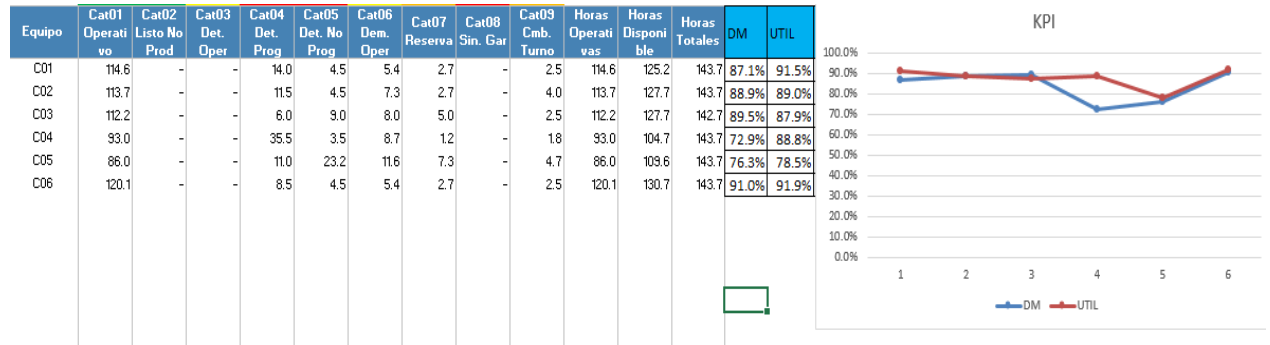
Camion	Flota	Ubicacion	Razon	Comentario	Hora Inicio	Horas en Mto
C111	Cat-793D	TALLER	MPR M CHASIS/FRAME	INSTALAC.ROD.CONTROL-	19/03/2019 08:35 AM	82.90
C178	Cat-793C	TALLER	MNP M MOTOR	CBIO.MOTOR*CONDICION	21/03/2019 03:13 AM	40.26
C144	Cat-793B	TALLER	MNP M DIFERENCIAL	SOLDEO FUNDA DIFERENCIAL	22/03/2019 02:30 AM	16.99
C180	Cat-793C	TALLER	MNP SLOW TRUCK	WY EVAL SLOW TRUCK	22/03/2019 11:11 AM	8.29
C307	KOM 930E	N300	MNP M SISTEMA DE DIRECCION	BAJA PRESION ACUMULAD	22/03/2019 03:21 PM	4.13
C193	Cat-793B	PQ MALOGRAD	MNP M FRENOS / RUEDAS	CBIO MANG FRENO DEL RH	22/03/2019 03:46 PM	3.71
C141	Cat-793B	PQ MALOGRAD	MNP M TRANSMISION	VIBRACION AL REALIZAR CBIOS	22/03/2019 04:24 PM	3.08
C109	Cat-793D	TALLER	MPR M PM	PM 500 HORAS	22/03/2019 05:19 PM	2.16
C183	Cat-793C	TALLER	MPR M PM	PM 500 HORAS	22/03/2019 06:30 PM	0.98

Estado	#
Malogrado	9
Programado	3
No Programado	6
Camiones Turno	
% Disp	89.53%

Disp. Cam. MTD	
CAT793	88.48%
KOM930	90.84%
Total	89.14%

Apéndice 4

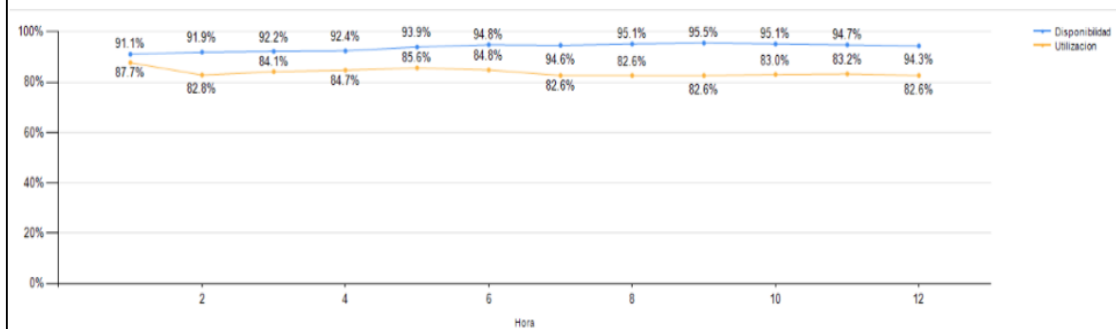
Simulación de KPIs de Disponibilidad y Utilización



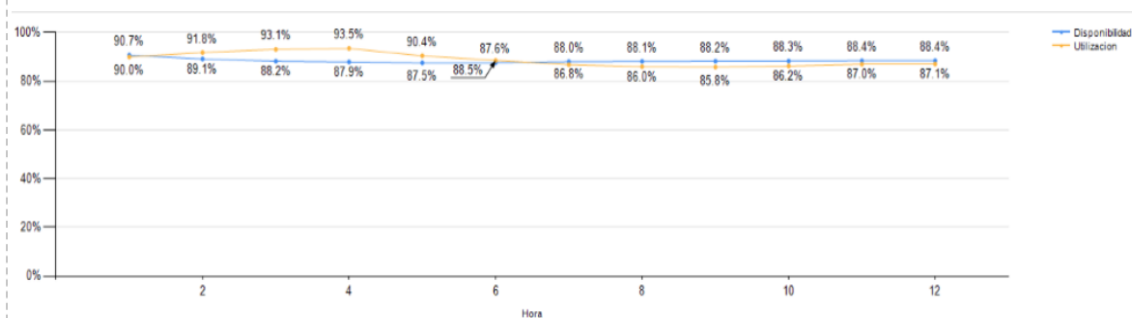
Apéndice 5

Disponibilidad en Tiempo Real 19:26:44				Disponibilidad en Tiempo Real 06:27:01			
	%Disp	%Util	Hora a hora		%Disp	%Util	Hora a hora
TOTAL Camiones	89.1%	82.7%	Ver	TOTAL Camiones	86.8%	78.4%	Ver
TOTAL (Cat-793 Kom)	88.8%	85.7%	Ver	TOTAL (Cat-793 Kom)	86.4%	81.3%	Ver
Cat-789	100.0%	0.0%		Cat-789	100.0%	0.0%	
Cat-793	87.6%	84.9%		Cat-793	85.0%	81.3%	
Komatsu	92.0%	87.6%		Komatsu	90.0%	81.1%	
TOTAL Palas	83.4%	79.4%	Ver	TOTAL Palas	98.8%	77.5%	Ver
P&H 4100 DC	100.0%	46.9%		P&H 4100 DC	100.0%	46.7%	
P&H 4100 AC	95.0%	88.6%		P&H 4100 AC	99.8%	93.1%	
P&H 2800	100.0%	87.2%		P&H 2800	98.0%	66.8%	
Palas Hidraulicas	86.9%	90.7%		Palas Hidraulicas	100.0%	69.3%	
Cargadores	83.3%	89.9%		Cargadores	99.6%	93.2%	
Cisternas	91.3%	71.6%		Cisternas	85.6%	67.5%	
Motoniveladoras	95.0%	69.7%		Motoniveladoras	100.0%	80.0%	
Tractores Oruga	95.1%	88.1%		Tractores Oruga	92.0%	87.3%	
Tractores Rueda	95.8%	88.8%		Tractores Rueda	99.0%	79.4%	
Perforadoras PV	82.0%	63.7%		Perforadoras PV	98.7%	30.4%	

Disponibilidad y Utilizacion por hora para Total Palas



Disponibilidad y Utilizacion por hora para Total Camiones Cat-793 & Komatsu



Apéndice 6

Fotos tomadas salida a campo

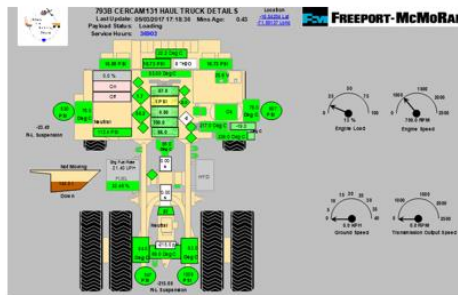


Apéndice 7

Ramp Mem -Camiones

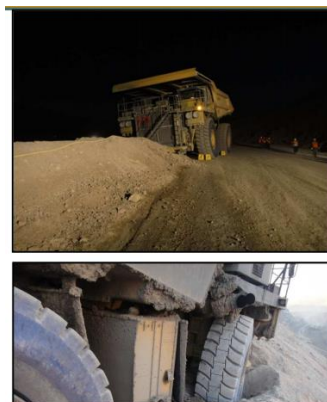
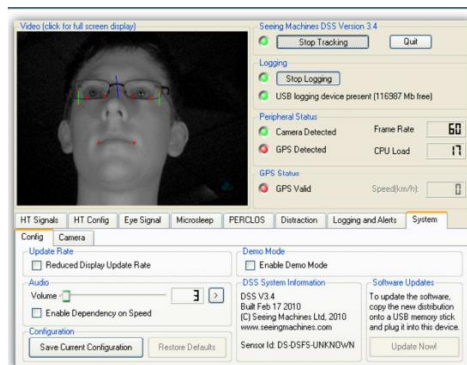
RAMP MEM – CAMIONES 793B

Flota de Camiones 793B									
CERCAM131 Traveling Empty Data Age 0.56	CERCAM132 Traveling Empty Data Age 0.48	CERCAM133 Stopped Loaded Data Age 0.14	CERCAM134 Stopped Empty Data Age 7.87	CERCAM135 Stopped Loaded Data Age 0.54	CERCAM136 Stopped Empty Data Age 385.43	CERCAM140 Stopped Empty Data Age 72.39	CERCAM141 Stopped Empty Data Age 0.36	CERCAM142 Stopped Empty Data Age 0.17	CERCAM143 Stopped Empty Data Age 0.22
CERCAM144 Stopped Empty Data Age 0.46	CERCAM145 Travel Loaded Data Age 0.31	CERCAM146 Stopped Empty Data Age 0.57	CERCAM147 Travel Loaded Data Age 0.06	CERCAM148 Travel Loaded Data Age 0.38	CERCAM158 Stopped Empty Data Age 15773.26	CERCAM161 Stopped Empty Data Age 0.10	CERCAM162 Travel Loaded Data Age 0.55	CERCAM163 Stopped Loaded Data Age 0.24	CERCAM164 Loading Data Age 0.47
CERCAM165 Travel Loaded Data Age 0.16	CERCAM166 Stopped Empty Data Age 0.25	CERCAM167 Stopped Empty Data Age 0.16	CERCAM173 Stopped Empty Data Age 0.28	CERCAM176 Stopped Empty Data Age 0.25	CERCAM190 Stopped Empty Data Age 0.35	CERCAM191 Travel Loaded Data Age 0.38	CERCAM192 Stopped Empty Data Age 4375.73	CERCAM193 Travel Loaded Data Age 0.23	



Apéndice 8

Sistema DSS Freeport Mc Moran



Apéndice 9

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE RIESGOS "TU SEGURIDAD ES LA SEGURIDAD DE TODOS"																				CMC-R-003-02 Versión: 01 Fecha: 25/08/2019 Página: 1 de __					
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS (IPERC)																									
Ítem	Proceso	Actividad	Tarea	RUTINARIO (R)	NO RUTINARIO (NR)	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Evaluación del Riesgo Inicial			CONTROLES					EVALUACION DEL RIESGO			Controles Adicionales	Plazo Ejecución	Responsable	EVALUACION DE RIESGO RESIDUAL		
									Probabilidad	Severidad	Nivel del Riesgo con	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Señalización / advertencias o controles administrativos	Equipo de protección personal	Probabilidad	Severidad	Nivel del Riesgo con valor						
1	TRANSPORTE Y ACARREO DE MINERAL Y DESMONTE	CAMBIO DE GUARDIA E INSPECCION DE VEHICULO	Estacionamiento de Volquete en parqueo	R		Transito de Vehiculos y Personas	Atropello, Choques	Muerte, fractura, daño al equipo.	C	2	8			Establecer zona de parqueo de vehiculos y Zona de transito peatonal	- Señalizaciones de Seguridad, Limites maximos de velocidad - Conductores experimentados, autorizados y entrenados, Manejo Defensivo	- Uso Adecuado de EPP Básico	D	2	12	Implementar PET Cambio de Guardia e Inspección de Vehiculo, Capacitar y entregar PET a Todo el personal	14/10/2014	K. Huamani	E	2	16
			Revisión de Volquete	R		Partes Del Vehiculo en movimiento	Atricciones, atrapamientos	Muerte Lesion a la persona, Incapacitante	B	3	9	Inspección de Vehiculo con motor apagado		Guardas de Seguridad para Partes en movimiento	- Conductores experimentados, autorizados y entrenados.	- Uso Adecuado de EPP Básico	C	3	13				D	3	17
						Superficies Calientes	Quemaduras	Lesión a la persona	B	2	14				- Partes Calientes de Vehiculo identificadas y señalizadas - Conductores experimentados, autorizados y entrenados.	- Uso Adecuado de EPP Básico - Guantes de Cuero	C	4	18				C	4	18

2	TRASLADO DE VEHICULO PESADO AL FRENTE DE TRABAJO	Conducción hacia el frente de trabajo	R	Equipo en movimiento.	Choque, atropello , volcadura.	Muerte, fractura, daño al equipo.	B	2	14			Uso de convoy al trasladar el equipo.	- Realizar llenado IPERC Continuo - Uso de conos de seguridad, - uso de señalizaciones.	D	2	12	Implementar PET Traslado de Vehiculo al Frente de Trabajo, Capacitar y entregar PET a Todo el personal	16/10/2014	K. Huamani	E	2	16
		Carretera, Vías y accesos en malas condiciones		Choque, Volcadura , Cuneteo, Derrames.	- Muerte, Lesion a la persona - Daño al Equipo. - Daño al Medio ambiente	C	2	8			- Check List del Vehiculo - Manejo Defensivo - Conductor Entrenado, experimentado y autorizado	- Uso Adecuado de EPP Básico	D	2	12	E				2	16	
		Estacionamiento en el frente de trabajo	R	Falta de señalización vía .	Desorientación, Choques, Volcadura	Lesión a la persona y daño al equipo (a la maquinaria)	B	3	9			- Señalización adecuada y mantenimiento de vías. - Reporte de Ocurrencias	- Uso Adecuado de EPP Básico	C	3	13				C	3	13
3	CARGUÍO DE MINERAL O DESMONTE	Estacionamiento de volquete para carguío	R	Transito de Vehiculos y Personas	Atropello, Choques	Muerte, fractura, daño al equipo.	C	2	8			- Señalización de advertencia y prohibiciones en zona de carguío. - Operadores experimentados, autorizados y entrenados. - Manejo Defensivo	- Uso Adecuado de EPP Basico	D	2	12	Implementar PET Carguío de Mineral o Desmonte, Capacitar y entregar PET a Todo el personal	18/10/2014	K. Huamani	E	2	16
		Rocas Sueltas		Caida de rocas, Aplastamientos, derrumbes	Muerte, lesión a la persona, Daño al equipo	C	2	8			- Realizar llenado IPERC Continuo - Inspeccion Visual de techos y paredes de las labores mineras - Reporte de condiciones inseguras - Conocer zonas Inestables de la Mina.	- Uso Adecuado de EPP Basico	D	2	12	D				2	12	
		Carguío de Mineral o Desmonte	R	Iluminacion y Ventilación Deficientes	Tropiezos, caídas, gaseamiento, asfixia, choques	Muerte, Lesion a la persona, daño al equipo	B	3	9			- Cumplimiento con Standares de Iluminación y Ventilacion - Inspecciones y reportes de malas condiciones de iluminación y ventilación - Uso de linternas, lamparas	- Uso Adecuado de EPP Basico - Uso de protección respiratoria (respirador doble vía)	C	3	13				D	3	17

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5		TRASLADO DE DESMONTE DE INTERIOR MINA A BOTADEROS	Salida de Volquete de Interior Mina	R			- Zona de descarga angosta y/o inestable	- Volcadura , aplastamiento - Atollamiento - Derrames	- Lesión a la persona - Daño al Equipo - Daño al medio ambiente	C	3	13			- Barreras, topes muros de seguridad en zona de descarga	- PET transporte y acarreo - Conductores experimentados, entrenados y autorizados. - Capacitación Manejo Defensivo.	- Uso adecuado EPP Basico	D	3	17				E	3	20
							- Rocas Sueltas - Vias angostas, - iluminación y ventilación deficiente - Ruido - Polvo	- Caída de Rocas - Atropellos, Choques - asfixia - Hipoacusia - Polvo respirable	- Aplastamiento, golpes - Muerte, Lesion a la persona, - daño al equipo - Sordera - Neumoconiosis	B	3	9				- Realizar llenado IPERC Continuo - Estandar de condiciones de vias y labores mineras. - Estandar de iluminación y ventilación. - Conductores experimentados, entrenados y autorizados. - Capacitación Manejo Defensivo	- Uso adecuado EPP Basico - Uso de Respiradores y protección auditiva	C	3	13	Implementar PET Traslado de desmonte de interior mina a Botaderos, Capacitar y entregar PET a Todo el personal	22/10/2014	K. Huamani	D	3	17
							Instalación de tuberías .	Incisión de tuberías con la tolva del volquete	Lesión a la persona y daño al equipo (volquete)	B	3	9			Estandar de Colocación de tuberías en Interior Mina.	- Realizar llenado IPERC Continuo		C	3	13				D	3	17
							Instalación de cables eléctricos en interior mina.	Incisión de cable eléctrico con la tolva del volquete	Quemaduras electrocución, incendio	B	3	9			Estandar de Colocación de Instalación de Cables Electricos en Interior Mina.	- Realizar llenado IPERC Continuo		C	3	13				D	3	17
			Descarga de Desmonte en Botadero	R			- Zona de descarga angosta y/o inestable - Compuerta de Tolva de volquete	- Volcadura , aplastamiento - Atollamiento - Derrames	- Lesión a la persona - Daño al Equipo - Daño al medio ambiente	C	3	13			- Barreras, topes muros de seguridad en zona de descarga	- PET transporte y acarreo - Conductores experimentados, entrenados y autorizados. - Capacitación Manejo Defensivo. - PET Descarga en Botaderos	- Uso adecuado EPP Basico	D	3	17				E	3	20

6	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	Ingreso y estacionamiento en Grifo	R	Transito de Vehiculos y Personas	Atropello, Choques,, volcadura	Muerte, lesión incapacitante, daño al equipo.	B	3	9				- Realizar llenado IPERC Continuo - PET abastecimiento de combustible - Estandares de manejo en mina - Conductores experimentados, entrenados y autorizados. - Capacitacion Manejo Defensivo	- Uso adecuado EPP Basico	C	3	13	Implementar PET Abastecimiento de Combustible, Capacitar y entregar PET a Todo el personal	24/10/2014	K. Huamani	D	3	17
		Abastecimiento Combustible	R	- Combustible - Grifo, surtidor	-Incendio - Derrames	- Muerte, Lesión daño a la persona. - Daño al equipo - Daño al medio ambiente	B	2	5				- PET abastecimiento de combustible - Conductores experimentados, entrenados y autorizados. - Capacitacion Manejo Defensivo	- Uso adecuado EPP Basico	C	2	8				D	2	12

Nota 1: Considerar como EPP Basico a: Chaleco Reflectivo, Zapato de seguridad punta de acero o dielectrico según corresponda, lentes, casco y guantes de cuero.

Fecha: 10-10-14 Rev. 0	<p>Elaborado Por:</p> <p>Jorge Dextre Minaya Ing. De Seguridad</p>	<p>Elaborado Por:</p> <p>Kiusa Huamani Huaylla Ing. Residente</p>	<p>Revisado Por :</p> <p>José Cespedes Jefe De Seguridad</p>	<p>Aprobado Por:</p> <p>Angel Sorolla Jefe De Operaciones</p>
---------------------------	--	---	--	---